

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

**DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE RECARGA PARA
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS MÓVIL Y AUTOSUCIENTE**



Autor: Marc Lillo Sarret
Director: Roberto Villafáfila Robles
Convocatoria: Junio 2017

Tabla de contenido

Resumen	
Resum	
Abstract.....	
1. Memoria	
2. Anexo I : Cálculos.....	
3. Anexo II : Planos	
4. Anexo III : Fichas Técnicas	



Resumen

Este proyecto, denominado "*Diseño de una estación de recarga para vehículos eléctricos móvil y autosuficiente*", nace de la necesidad que hoy en día hay por apostar por las energías renovables, ya que cada vez más, si invierte en mejorar el rendimiento y así obtener una total independencia de éstas frente a las energías no renovables.

Tras hacer una introducción de las energías renovables centrándonos en la energía solar fotovoltaica, la historia del vehículo eléctrico y el tipo de instalaciones que existen así como la normativa que rige cada modalidad, se procederá a realizar el diseño de una instalación fotovoltaica aislada.

Uno de los principales problemas al que quiere dar solución este proyecto es la creación de puntos de suministro de energía eléctrica para la carga de VE para aquellas zonas aisladas que todavía no dispongan de él. Por este motivo el diseño de la instalación se realizara de modo que permite la movilidad de este modulo y su instalación no suponga un coste desorbitado.

El proyecto incluye la selección de los componentes necesarios para el dimensionado de la instalación y el estudio energético considerando distintas localidades del territorio peninsular.

Por último se ha realizado un estudio económico, a partir del estudio energético y el presupuesto estimado de la instalación para varios escenarios para valorar si la instalación resulta rentable o no.

Resum

Aquest projecte, anomenat "*Disseny d'una estació de recàrrega per a vehicles elèctrics mòbil i autosuficient*", neix de la necessitat que avui dia hi ha per apostar per les energies renovables, ja que cada vegada més, s'hi inverteix en millorar el rendiment i així obtenir una total independència d'aquestes enfront de les energies no renovables.

Després de fer una introducció de les energies renovables centrant-nos en l'energia solar fotovoltaica, la història del vehicle elèctric i el tipus d'instal·lacions que existeixen així com la normativa que regeix cada modalitat, es procedirà a realitzar el disseny d'una instal·lació fotovoltaica aïllada.

Un dels principals problemes a què vol donar solució aquest projecte és la creació de punts de subministrament d'energia elèctrica per a la càrrega de VE per a aquelles zones aïllades que encara no disposin d'ell. Per aquest motiu el disseny de la instal·lació es realitzarà de manera que permet la mobilitat d'aquest mòdul i la seva instal·lació no suposi un cost desorbitat.

El projecte inclou la selecció dels components necessaris per al dimensionat de la instal·lació i l'estudi energètic considerant diferents localitats del territori peninsular.

Finalment s'ha realitzat un estudi econòmic, a partir de l'estudi energètic i el pressupost estimat de la instal·lació per a diversos escenaris per valorar si la instal·lació resulta rendible o no.

Abstract

This project, called "*Design of a mobile and self-sufficient recharging station for electric vehicles*", is born of the need to invest in renewable energy today, as more and more is invested in improving performance and thus obtain total independence from the non-renewable energy

After making an introduction of renewable energies focusing on photovoltaic solar energy, the history of the electric vehicle and the type of installations that exist as well as the regulations that govern each modality, will proceed to design an isolated photovoltaic installation.

One of the main problems that this project wants to solve is the creation of points of supply of electric power for the charge of VE for those isolated areas that do not yet have it. For this reason the design of the installation will be done in a way that allows the mobility of this module and its installation does not entail an exorbitant cost.

The project includes the selection of the necessary components for the dimensioning of the installation and the energy study considering different localities of the peninsular territory.

Finally, an economic study has been carried out, based on the energy study and the estimated budget of the installation for various scenarios to assess whether the installation is profitable or not.



TRABAJO DE FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE RECARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS MÓVIL Y AUTOSUCIENTE



1. Memoria

Autor: Marc Lillo Sarret
Tutor: Roberto Villafáfila Robles
Convocatoria: Junio 2017

Contenido

1. Introducción	3
1.1. Origen del trabajo y objetivos.....	3
2. Generación renovable	5
2.1. Energías renovables	5
2.1.1. Sistemas de generación eólico	5
2.1.2. Sistema de generación hidroeléctrico.....	6
2.1.3. Sistema de generación solar	7
2.2. Energía solar fotovoltaica	8
2.2.1. La radiación Solar	8
2.2.2. Efecto fotovoltaico	11
2.2.3. La energía fotovoltaica en el mundo.....	12
2.2.4. La energía fotovoltaica en España	14
2.3 El vehículo eléctrico	15
2.3.1 Historia y evolución del vehículo eléctrico.....	15
2.3.2 Tipos de vehículos eléctricos.....	17
2.3.3 Elementos de un vehículo eléctrico	18
2.3.4 Ventajas e inconvenientes	19
2.3.5 Consumo y Emisiones Co2 en España	20
2.4. Normativa aplicable a la instalación	22
2.5 Tipos de instalaciones de energía solar fotovoltaica	27
2.5.1 Instalaciones conectadas a la red con vertido	27
2.5.2. Instalaciones conectadas a la red sin vertido.....	28
2.5.3. Instalaciones aisladas de la red eléctrica	28
3. Diseño de una estación de recarga móvil aislada	29

3.1 Dimensionado de la instalación	29
3.1 Localización	30
3.2. Tipos de recarga	31
3.3. Modos de recarga	31
3.4 Componentes de la instalación	35
3.4.1 baterías	35
3.4.2 Paneles	39
3.4.3 Regulador	41
3.4.4 Convertidor DC/AC	42
3.4.5 Sistema de refrigeración	45
3.4.5 Punto de Carga	45
3.4.6 Cableado	47
3.4.7 Protecciones	49
3.4.8 Puesta a Tierra	50
4. Mantenimiento	52
4.1 Paneles fotovoltaicos	52
4.2 Inversor hibrido	52
4.3 Baterías	52
4.4 Cableado y canalizaciones	53
4.5 Protecciones	54
5. Impacto ambiental	55
6. Estudio viabilidad económica de la instalación	58
6.1 Ingresos	58
6.2 Costes	60
7.3 Rentabilidad de la instalación	66
7. Conclusiones	77
8. Bibliografía	79

1. Introducción

El sector del transporte es actualmente el mayor responsable del crecimiento de las emisiones de CO₂ de efecto invernadero, que a su vez son causantes del cambio climático. Es también un sector que cada día está más amenazado ante los potenciales escenarios de escasez del recurso energético que usa: el petróleo.

En estos tiempos, hay una concienciación social creciente sobre la necesidad de reducir estas emisiones, que pasa por una movilidad sostenible, sobretudo en grandes ciudades, que están densamente pobladas y contaminadas debido al uso de los vehículos de combustión.

Es por ello, que las autoridades públicas (gobiernos, ayuntamientos, gobiernos regionales,...) están llevando a cabo iniciativas para fomentar el uso de vehículos de bajas emisiones o de emisiones de CO₂ nulas, como las de los vehículos eléctricos, poniendo tasas a los vehículos más contaminantes.

1.1. Origen del trabajo y objetivos

Actualmente España, al igual que en muchos otros países, el vehículo eléctrico cuenta con varios obstáculos que impiden que el público lo vea como una opción fiable

La autonomía de estos vehículos es un importante aspecto que todo el mundo tiene en cuenta. Además, la escasez de puntos de carga fuera de los grandes núcleos urbanos hace inviable para muchos el hacerse con un VE.

Como puede verse en el siguiente gráfico, vivimos en un mundo donde todavía hay una gran cantidad de países que no cuentan con acceso a la red eléctrica que les garantice un suministro estable de electricidad.



Ilustración 1: Niveles de inaccesibilidad a la red por país en el mundo (Fuente: World Bank Bloomberg New Energy Finance)

Por otro lado, debido a unos sistemas de transporte de electricidad ineficientes e incluso inexistentes en algunos de estos países, cada vez son más los usuarios que optan por las instalaciones fotovoltaicas aisladas.

Este proyecto nace de la necesidad por apostar por las energías renovables e impulsar los sistemas de generación distribuida, así como el uso del vehículo eléctrico, lo cual es un paso más a favor de conseguir un suministro eléctrico digno a nivel mundial.

Partiendo de esta situación, el objetivo de este proyecto es el diseño de una estación de recarga móvil aislada para el suministro de energía eléctrica, para la carga de vehículos eléctricos u otros, a zonas de difícil acceso a la red.

Para el diseño de esta instalación se estudiarán los posibles métodos de abastecimiento de nuestra instalación y la legislación aplicable a estos, el diseño y dimensionado de sus componentes, el impacto ambiental generado y finalmente el estudio de la viabilidad económica de este proyecto.

2. Generación renovable

2.1. Energías renovables

Antes de proceder al diseño de nuestra instalación debemos saber con que energía planeamos abastecerla, para ello echaremos un pequeño vistazo a algunas de las principales fuentes de energía renovable.

2.1.1. Sistemas de generación eólico

La energía eólica es la energía obtenida a partir del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire y que es transformada en energía mecánica de rotación. La fuerza del viento, mueve las hélices del aerogenerador que, gracias a un rotor de un generador, convierte la fuerza del viento en energía eléctrica.



Ilustración 2 Sistema de generación eólica (Fuente: wikimedia)

Con un aumento en la potencia de 38 MW en 2016, la energía eólica ha sido la segunda fuente de generación eléctrica en España en ese año. España es el quinto país del mundo por potencia eólica instalada, tras China, Estados Unidos, Alemania e India.

La potencia instalada a 31 de diciembre de 2016 era de 23.026 MW, con una producción de 47.319 GWh y una cobertura de la demanda eléctrica del 19,3%.

Por otra parte, las dimensiones de una instalación eólica convencional son demasiado grandes si nuestro propósito es crear una estructura móvil que podamos hacer llegar a lugares de difícil acceso.

Energía minieólica

La energía minieólica es el aprovechamiento de los recursos eólicos mediante la utilización de aerogeneradores de potencia inferior a los 100 kW.



Ilustración 3: Sistema de generación minieólica (Fuente: wikimedia)

De acuerdo con las normas internacionales, los molinos de esta tecnología deben tener un área de barrido que no supere los 200 m².

Esta tecnología cuenta con una serie de ventajas que la eólica convencional no permite y se adapta más a las necesidades de nuestro proyecto:

- Permite el suministro de electricidad en lugares aislados y alejados de la red eléctrica.
- Genera energía de manera distribuida (Microgeneración distribuida) reduciendo de este modo las pérdidas de transporte y distribución.
- Produce electricidad en los puntos de consumo, adaptándose a los recursos renovables y a las necesidades energéticas de cada lugar.
- Puede combinarse con fotovoltaica en instalaciones híbridas.

2.1.2. Sistema de generación hidroeléctrico

La energía hidráulica es el aprovechamiento de la energía cinética de una masa de agua. El agua mueve una turbina cuyo movimiento de rotación se transfiere, mediante un eje, a un generador de electricidad. Hasta mediados del siglo XX la energía hidráulica fue la principal fuente para la producción eléctrica a gran escala.



Ilustración 4: 5 Sistema de generación hidroeléctrica (Fuente: [wikimedia](#))

En España, la potencia instalada a 31 de diciembre de 2016 era de 20.325 MW, con una cobertura de la demanda eléctrica del 14,1%.

Las centrales minihidráulicas son aquellas que cuentan con una potencia instalada menor a 10 MW. Esta tecnología renovable es la forma más respetuosa con el medioambiente que se conoce para la producción de electricidad como lo corroboran los estudios de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) realizados para distintas tecnologías.

Aunque las centrales hidráulicas sean una de principales fuentes de generación renovable estas instalaciones se ubican siempre siguiendo el cauce natural de agua y por tanto no nos serán de ayuda para aquellos lugares donde no tengamos acceso a un salto de agua.

2.1.3. Sistema de generación solar

La Energía solar, es la energía obtenida mediante la captación de la luz y el calor emitidos por el sol. La radiación solar que alcanza la Tierra puede aprovecharse por medio del calor que produce, como también a través de la absorción de la radiación, por ejemplo, en dispositivos ópticos o de otro tipo.

Dicha energía necesita sistemas de captación y de almacenamiento, la cual aprovecha la radiación del Sol de varias maneras diferentes:

- Utilización directa: mediante la incorporación de acristalamientos y otros elementos arquitectónicos con elevada masa y capacidad de absorción de energía térmica, es la llamada energía térmica pasiva.
- Transformación en calor: es la llamada energía solar térmica, que consiste en el aprovechamiento de la radiación que proviene del Sol para calentar fluidos que circulan por el interior de captadores solares térmicos. Este fluido se puede destinar para el agua caliente sanitaria (ACS), dar apoyo a la calefacción para atemperar piscinas, etc.
- Transformación en electricidad: es la llamada energía solar fotovoltaica que permite transformar en electricidad la radiación solar por medio de células fotovoltaicas integrantes de módulos solares. Esta electricidad se puede utilizar de manera directa, se puede almacenar en acumuladores para un uso posterior, e incluso se puede introducir en la red de distribución eléctrica.



Ilustración 6: Sistema de generación solar con receptor central con campo de helióstatos (Fuente: wikimedia)

Entre estas prestaremos especial interés a la energía solar fotovoltaica ya que presenta una serie de ventajas que nos son de especial interés para este proyecto.

El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos es sencillo y de bajo coste. Además, la instalación de sistemas fotovoltaicos de pequeño dimensionado es simple, rápida y sólo requiere de herramientas y equipos de medición básicos.

2.2. Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable, obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o bien mediante una deposición de metales sobre un sustrato denominada célula solar de película fina



Ilustración 7: Paneles solares (fuente: renovable)

Una importante ventaja de esta tecnología es que permite la generación de energía en el mismo lugar de consumo mediante la integración arquitectónica. Esto permite dar lugar a sistemas de generación distribuida en los que se elimina casi por completo las pérdidas relacionadas con el transporte, que actualmente suponen un 40% del total.

Además, por cada Kwh generado con energía solar fotovoltaica, estaremos evitando la emisión a la atmosfera de aproximadamente 1 kg de CO₂, en el caso de que lo comparásemos con la producción de energía eléctrica generada a partir del carbón, o aproximadamente de 0,4 Kg de CO₂ en el caso que lo comparásemos con la producción de energía eléctrica con gas natural.

2.2.1. La radiación Solar

El Sol es una estrella de que se encuentra a una temperatura media de 5.500°C, en cuyo interior tienen lugar una serie de reacciones que producen una pérdida de masa que se transforma en energía. Esta energía liberada por el Sol se transmite al exterior en forma de ondas electromagnéticas que denominamos radiación Solar

La radiación en el Sol es de $63.450.720 \text{ W/m}^2$. Si suponemos que el Sol es una esfera perfecta que emite en todas direcciones y construimos una esfera que diste hasta la atmósfera terrestre, es decir, que tenga un radio de 149,6 millones de km de distancia, podemos hacer una estimación bastante exacta de la radiación solar en este punto. Este valor de la radiación solar recibida fuera de la atmósfera sobre una superficie perpendicular a los rayos solares es conocido como constante solar, de valor medio 1.353 W/m^2 , variable durante el año un $\pm 3\%$ a causa de la elasticidad de la órbita terrestre. (Este valor por supuesto sufre variaciones en distintos puntos de la atmósfera. El valor máximo lo encontramos en el perihelio, con una radiación de 1395 W/m^2 , y un valor mínimo en el afelio de 1308 W/m^2).

A la tierra sólo llega aproximadamente $1/3$ de la energía total interceptada por la atmósfera, y de ella el 70% cae en el mar. Aun así, es varios miles de veces el consumo energético mundial.

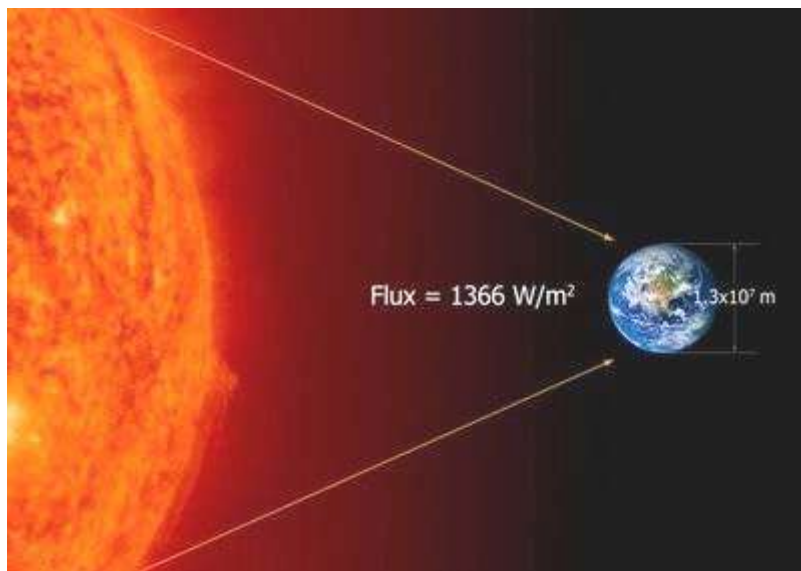


Ilustración 8: Representación radiación solar que llega a la tierra (Fuente: Wikimedia)

Tipos de Radiación Solar

La radiación solar puede diferenciarse según como inciden los rayos solares en la tierra. Existen tres tipos:

- Directa: Es aquella que proviene directamente del sol cuando los rayos solares no se difuminan o se desvían a su paso por la atmósfera terrestre
- Difusa: Es aquella que proviene de la atmósfera, por dispersión de parte de la radiación solar en ella. Éste desvío de los rayos solares, se produce por choque directo

con ciertas moléculas y partículas contenidas en el aire, por ese motivo, los rayos solares no tienen una dirección directa. En los días más soleados sin presencia de nubosidades este tipo de radiación puede suponer aproximadamente el 15% del global, pero en los días nublados en los que se reduce la cantidad de radiación directa este tipo de radiación aumenta de manera considerable.

- Reflejada / Albedo: Los rayos solares no solamente pueden ser desviados por causas atmosféricas, también pueden sufrir una reflexión a causa de superficies planas. La cantidad de este tipo de radiación depende del llamado coeficiente de reflexión de la superficie o “albedo”. Son únicamente las superficies verticales (perpendiculares a la superficie terrestre) las que reciben esta radiación.

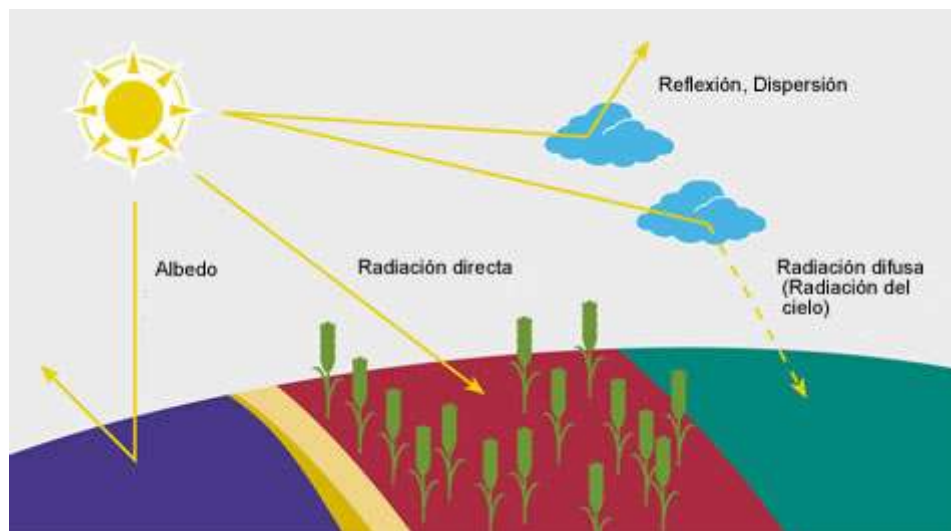


Ilustración 9: Tipos de Radiación Solar (Fuente: Informe UNEF)

- Radiación Global: Se calcula a partir de la suma de las radiaciones directa y difusa.
- Radiación Total: Se calcula a partir de la suma de todas las radiaciones, directa, difusa y reflejada.

Hay que tener en cuenta que cuando hablamos de energía solar fotovoltaica, la radiación solar que realmente nos importa es la directa, ya que es la de mayor potencia.

También debemos tener en cuenta ciertos factores. En primer lugar, el factor climático es importante, en un día nublado, tendremos una radiación difusa; en cambio, si es soleado, la radiación recibida será directa. Otro factor es la inclinación de la superficie de captación. Por último, la presencia o ausencia de superficies reflectantes.

2.2.2. Efecto fotovoltaico

El efecto fotovoltaico; convierte la energía luminosa que transportan los fotones de luz, en energía eléctrica capaz de impulsar los electrones despididos del material semiconductor a través de un circuito exterior

La luz del sol está compuesta por fotones, o partículas energéticas. Estas partículas energéticas son de diferentes energías, correspondientes a las diferentes longitudes de onda del espectro solar. Al incidir los fotones sobre una célula fotovoltaica, pueden ser reflejados o absorbidos, o pueden pasar a través. Los fotones absorbidos son los que transfieren su energía a los electrones de los átomos de las células.

Este proceso no tiene ninguna utilidad si no se consigue separar los electrones y los huecos de manera que se agrupen en diferentes zonas para formar un campo eléctrico, de forma que el semiconductor se comporte como un generador eléctrico. Si de alguna forma se consigue mantener esta separación y se mantiene constante la iluminación aparece una diferencia de potencial. Esta conversión de luz en diferencial de potencia recibe el nombre de efecto fotovoltaico. Para conseguir la separación de electrones y huecos se utiliza una unión de semiconductores P y N.

Unión P-N

Cuando a un material semiconductor se le añaden impurezas tipo P por un lado e impurezas tipo N por otro, se forma una unión PN con dos regiones, una N y otra P separadas.

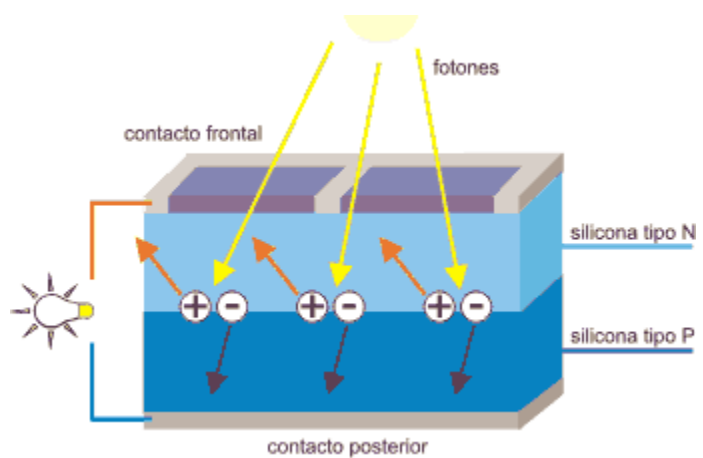


Ilustración 10: Esquema Unión P-N (Fuente: fuentesdeenergia. files)

Por la atracción entre cargas positivas y negativas, los elementos libres de la región N más próximos a la región P se difunden en esta, introduciéndose la recombinación con los huecos más próximos de dicha región. En la región N se crean iones positivos y en la región P se crean iones negativos.

Por el hecho de formar parte de una misma red cristalina, los iones mencionados no se pueden mover y por lo tanto no son libres para recombinarse. Esta distribución de cargas en la unión

establece un campo eléctrico o "barrera de potencial" que impide el paso del resto de electrones de la región N a la región P, deteniendo la difusión y manteniendo separados a los portadores de carga de cada región

Una unión PN no conectada a un circuito exterior queda bloqueada y en equilibrio electrónico a temperatura constante.

2.2.3. La energía fotovoltaica en el mundo

Según el informe de la Alianza del Mercado Fotovoltaico (PVMA) que analiza los datos de instalaciones solares fotovoltaicas en 2016, se instalaron 75 GW de energía solar fotovoltaica en 2016, lo que supone un crecimiento del 50% sobre la potencia instalada en 2015 que fue de 50 GW. Siendo las principales potencias motoras en este crecimiento China, Estados Unidos y Japón entre otros como se muestra en el siguiente gráfico.

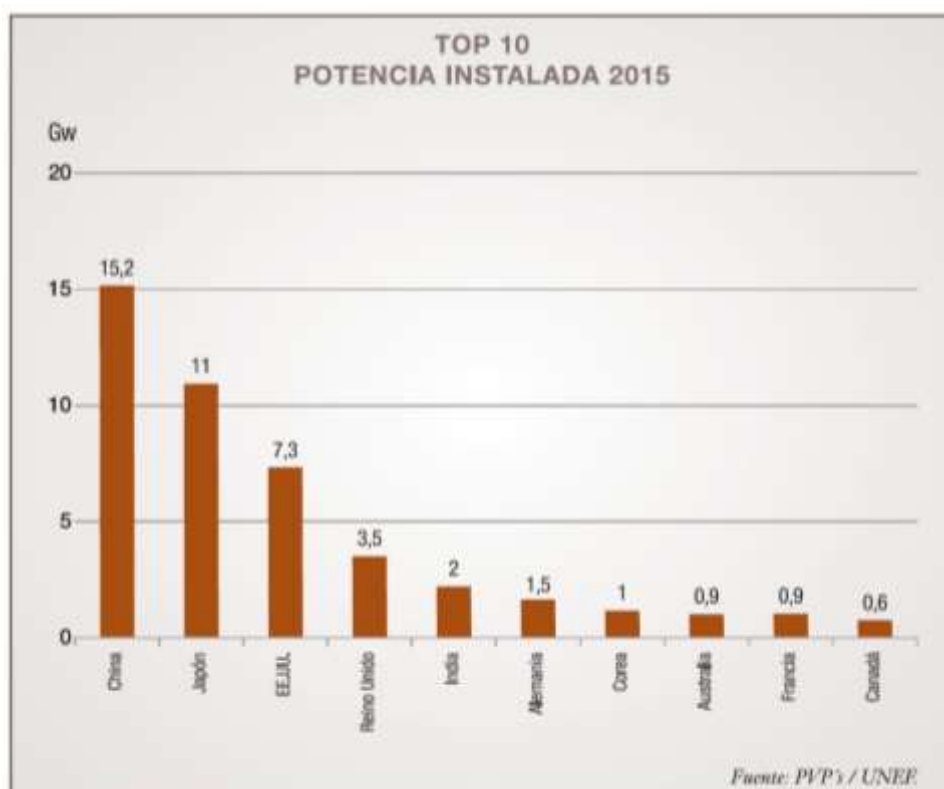


Ilustración 11: Top 10 potencia fotovoltaica instalada 2015 (Fuente: PVP's / UNEF)

Estos datos sugieren un crecimiento interanual del 50% de la potencia instalada, con una capacidad total acumulada a nivel mundial supera los 300 GW.

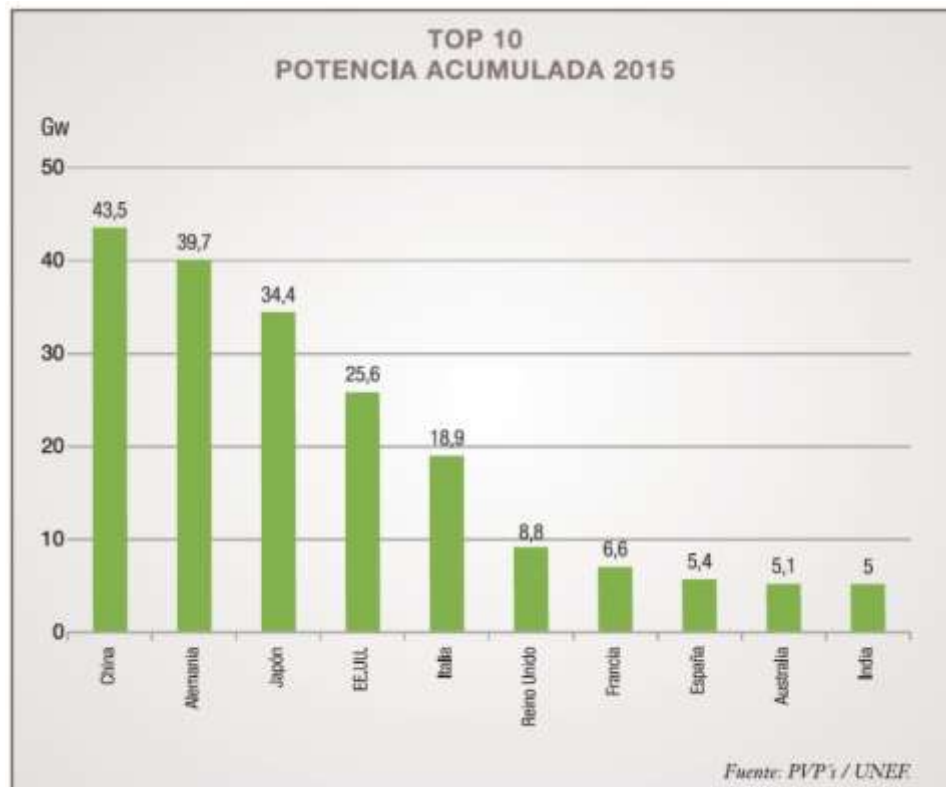


Ilustración 12: Top 10 potencia fotovoltaica acumulada 2015 (Fuente: PVP's / UNEF)

China, liderando el mercado fotovoltaico desde 2013, instaló en 2016 un récord mundial absoluto de 34 GW, lo que representa un incremento del 126% respecto al año anterior y el 45% del despliegue mundial total. Dada la capacidad total instalada de China de 77 GW, PVMA estima que China habrá superado la marca de 100 GW para finales de 2017, sino incluso antes.

Japón ha instalado cerca de 8,6 GW de PV en 2016, una baja de 10,8 GW en 2015. 2017 podría mostrar una nueva disminución, pero el mercado se espera que alcance 7,5 a 8,5 GW, debido a los proyectos actuales de tuberías.

El mercado estadounidense experimentó un importante crecimiento con instalaciones que posiblemente alcanzaron los 13 GW, sin embargo, PVMA anticipa incertidumbres significativas para los próximos años.

Europa instaló alrededor de 6.5 GW, impulsado principalmente por el mercado del Reino Unido, Alemania, Turquía y Francia. Un despliegue relativamente bajo ha llevado a la cuota de mercado global de Europa a menos del 10%.

India experimentó un crecimiento significativo con 5 GW instalados en 2016, frente a 2 GW en 2015 y se espera que agregue hasta 8 a 9 GW en 2017.

Como se anticipó, varios mercados emergentes en todos los continentes comenzaron a contribuir significativamente al crecimiento global con al menos 7 GW instalados. Otros países americanos y asiáticos contribuyeron significativamente mientras que el Medio Oriente y África comenzaron a entregar.

2017 podría convertirse en un año desafiante con al menos 65 GW instalado en un escenario pesimista (una caída del mercado del 13%). Razonablemente, un nivel similar de instalaciones como en 2016 podría alcanzarse si los mercados establecidos mantienen un nivel razonable de desarrollo. Es probable que un mercado en declive o estable dé lugar a que los precios de los módulos sigan estando bajo presión con nuevas capacidades de producción en línea, aumentando así la brecha entre la oferta y la demanda.

2.2.4. La energía fotovoltaica en España

Mientras en el resto del mundo el mercado fotovoltaico está viviendo una auténtica revolución, en España lleva estancado cuatro años. Desde que en 2012 se aprobase la moratoria prácticamente no se ha instalado una planta fotovoltaica en España. Si en 2013 tan solo se instalaron 31 MW, en 2014 bajó hasta 22 MW y en 2015 aumentaron ligeramente hasta los 49 MW, en 2016 según datos del Avance del Sistema Eléctrico Español 2016 de REE, “la solar fotovoltaica ha registrado un leve incremento del 0,3%”, es decir, tan solo 5 MW. con una cobertura de la demanda eléctrica del 3%.

Llama la atención que, a pesar de que España tenga el mayor potencial de energía fotovoltaica en Europa, los números del mercado internacional contrastan notoriamente con los datos del mercado español.

Este estancamiento que sufre la energía fotovoltaica en España esta principalmente ocasionado por una legislación desfavorable y un clima de desconfianza legal hacia este tipo de inversiones motivado por el gobierno.

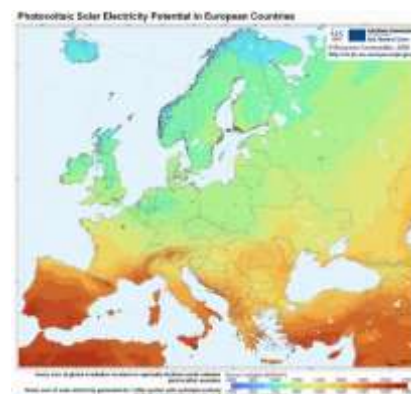


Ilustración 13: Potencial eléctrico de las instalaciones solares en los países europeos (Fuente: European Comission)

La publicación del RD 900/2015 ha acabado frenando a muchos imponiendo la obligación de que todas las instalaciones de autoconsumo, excepto las instalaciones aisladas, deban inscribirse en el Registro Administrativo de Autoconsumo. Esta obligación también recae sobre

las instalaciones puestas en marcha con anterioridad al RD que deberán haberse inscrito antes del 10 de abril de este año.

2.3 El vehículo eléctrico

2.3.1 Historia y evolución del vehículo eléctrico

Los vehículos eléctricos se empezaron a utilizar mucho antes que los de combustión interna (Diesel o gasolina). En 1839 Robert Anderson inventó el primer “vehículo” eléctrico de la historia. Se trataba de un carruaje equipado con un motor eléctrico que alcanzaba los 6 km/h propulsado por un motor eléctrico alimentado por una pila de energía no recargable.



Ilustración 14: Flocken Elektrowagen el olvidado primer VE 1888 (Fuente: Wikimedia)

El profesor Sibrandus Stratingh de Groningen, diseñó y construyó junto con Christopher Becker vehículos eléctricos a escala reducida en 1835. Aunque no fue hasta 1880, cuando se inventaron las primeras baterías recargables, momento a partir del cual se comenzaron realmente a fabricar en serie.

Fue a partir de ese momento (año 1900) cuando los coches eléctricos se impusieron claramente a los otros medios de transporte, como a “los sucios” carruajes tirados por caballos. Tanto es así que en el año 1900 en EE UU, casi el 30% de los coches eran eléctricos.

En 1911, Thomas Edison introdujo nuevos modelos de baterías recargables de níquel-hierro, que permitían una autonomía razonable para la época y velocidades de hasta los 130 km/h. Este sería el momento de máximo auge de los coches eléctricos, llegando a representar el 90% de las ventas, contra un 10% de ventas en coches de gasolina. Estos últimos, en aquellos tiempos eran ruidosos (mucho más que los caballos), difíciles de conducir por sus rudimentarios sistemas de cambios de marchas, con bajas prestaciones y con un sistema de arranque mediante manivela que no gustaba nada a las clases altas de la sociedad, consumidores de estos vehículos.

Todo cambió en 1912 cuando Henry Ford introdujo el motor de arranque para los coches de gasolina y estos se fabricaron en serie, ampliando así sus prestaciones, comodidad y facilidad de manejo. Todo coincidió con la bajada del precio del petróleo, la baja evolución de la por si precaria distribución de la energía eléctrica del momento y la valoración de la autonomía como un valor principal. Esta autonomía se transformó en un tema prioritario desde el punto de vista de la estrategia bélica de las Guerras Mundiales, principal motivo de la “primera muerte” del coche eléctrico a principios del siglo XX

En estas fechas existían tres tipos de energía que competían por hacerse el control: eléctrica, vapor y motores de combustión interna, pero finalmente la gasolina resultó ser la que más mercado tenía, escogiéndose esta para los vehículos.

Hasta mediados de los 60 casi desaparecieron, y a partir de aquí, comienzan a aparecer algunos modelos en el sector industrial, como el carrito de gol eléctrico y pequeños coches urbanos.

No fue hasta hace muy poco, cuando empezaron a aparecer algunas iniciativas legislativas de exigir vehículos de emisión cero, por lo que esto lleva a las grandes compañías a investigar en el campo de los vehículos eléctricos. Concretamente, existe una política de desarrollo sostenible que implica la reducción de la demanda de vehículos de combustión interna. Estas políticas unidas al avance de las energías renovables han hecho que los vehículos eléctricos vuelvan a tener algo de importancia, y se espera que esta vaya aumentando a lo largo de los años.

Las razones para que este tipo de vehículos cobre importancia son obvias:

- La inseguridad del abastecimiento del petróleo, que supone más del 90% de la energía consumida.

- Altos precios del petróleo
- Las emisiones de CO2
- La contaminación que genera el petróleo.

2.3.2 Tipos de vehículos eléctricos

En la actualidad podemos diferenciar en el mercado hasta tres tipos distintos de vehículo eléctrico según su modo de funcionamiento:

Vehículos eléctricos

Es la configuración básica de los vehículos eléctricos. Propulsados únicamente por uno o varios motores eléctricos, obtienen la energía almacenada en sus baterías recargables mediante la conexión a la red eléctrica. Hoy en día este tipo de configuración está creciendo, encontrando multitud de modelos en el mercado. En contra del BEV tenemos el problema de la autonomía, el tiempo de recarga y el mayor coste de adquisición, dado que el precio de las baterías aún es elevado. Los eléctricos más comunes son el Nissan LEAF (imagen), Renault ZOE, Tesla Model S, BMW i3, VW e-Golf y e-Up!, Kia Soul EV, Mitsubishi I-MiEV, Renault Kangoo ZE, Smart ED, Nissan e-NV200...

Vehículos Híbridos

Los “Plug-in Hybrid Electric Vehicle” son modelos híbridos como los anteriores HEV, pero que pueden ser conectados a la red eléctrica para recargar su batería. Recorren distancias de entre 5 y 80 km utilizando únicamente la tracción eléctrica, disponiendo del motor de combustión para cargar la batería cuando sea necesario (en modelos híbridos en serie) o para entrar en funcionamiento cuando el conductor lo decida (híbridos en paralelo). Entre los enchufables más conocidos tenemos el Audi A3 Sportback e-tron, BMW i8 (imagen), BYD F3DM, Mercedes S500 Hybrid, Mitsubishi Outlander PHEV, Porsche Panamera Hybrid, Toyota Prius Plug-in o VW Golf GTE. Como se puede comprobar, el mercado del híbrido enchufable es amplio y sigue en crecimiento, con la mayoría de los fabricantes ofertando al menos un modelo de estas características. Es la tendencia en los próximos años.

Vehículos eléctricos de autonomía extendida

Con las mismas características que los vehículos eléctricos a batería, los EREV, también conocidos como PHEV-RE, cuentan además con un motor de combustión que hace de generador, cargando linealmente la batería mediante un generador eléctrico cuando esta se descarga, por lo que entra en funcionamiento sin que el propio conductor lo determine. Este motor de combustión es sumamente pequeño, cargando la batería a un ritmo menor del que se descargan, de ahí que siendo un vehículo híbrido, se le catalogue de eléctrico (por su tracción 100% eléctrica) con autonomía extendida. Ejemplos de este tipo de vehículo son el Fisker Karma de la imagen, el BMW i3 versión REx o los Chevrolet Volt/Opel Ampera, que recorren hasta 60 km en modo eléctrico, llegando a 80 en el nuevo modelo 2016. Cuando entra en funcionamiento el extensor de autonomía son capaces de hacer más de 450 km con un depósito.

2.3.3 Elementos de un vehículo eléctrico

Las partes principales por la que se constituyen los vehículos eléctricos son las siguientes:



Ilustración 15: Componentes principales del vehículo eléctrico (fuente: motorpasión)

- **Motor:** puede tener uno o varios, dependiendo del diseño y prestaciones que se quieran conseguir. Esta parte también es la encargada de recuperar energía gracias a sus funciones como inversor

- Puerto de carga: es la toma en la que el coche eléctrico se conecta con el exterior, puede haber una toma específica para carga rápida.
- Transformadores: son los encargados de convertir la electricidad de una toma casera o de un punto de recarga rápido en valores de tensión y amperaje válidos para el sistema de recarga. No solo son los encargados de rellenar las baterías sino que también son los encargados de atender a la refrigeración para evitar riesgos de explosión o derrames
- Baterías: es el depósito donde almacenar la corriente del coche, similar a un depósito de combustible en los vehículos habituales, puede tener una batería auxiliar como la de cualquier coche convencional para sistemas de bajo consumo auxiliares
- Controladores: son los encargados de comprobar el correcto funcionamiento por eficiencia y seguridad, regulando la energía que recibe o recarga el motor

2.3.4 Ventajas e inconvenientes

Las ventajas e inconvenientes de los vehículos eléctricos comparados con los de combustión interna son:

- Los coches eléctricos no necesitan combustible para funcionar, simplemente convierten la electricidad que consumen en energía gracias a su motor, ya que pueden recargar su batería mediante el frenado regenerativo, prolongando así la vida útil de las balatas del sistema de frenado, lo cual aumenta su autonomía de cierta forma aunque la misma solo presente un aumento insignificante. Estos vehículos prescinden de combustible y así ahorran petróleo, una materia prima limitada y que se puede dedicar a otras materias también necesarias. Es decir son muy respetuosos con el medio ambiente.
- A nivel sonoro son muy poco ruidosos, mucho menos que uno coche de gasolina. Y esto es un punto ventajoso porque no sólo encontramos contaminación atmosférica, sino que también existe la acústica, y en este caso, tiene muy poca.
- En tema de costes del motor, encontramos motores eléctricos casi con una potencia igual que uno de gasolina, y con un coste mucho inferior. Si nos ponemos a analizar y comparar motores eléctricos y de combustión interna de la misma potencia, seguramente nos sorprendamos al saber que los primeros son más baratos, más

compactos e incluso más fiables, puesto que no necesitan apenas complementos. En el caso del motor tradicional, cualquier fallo en el sistema de refrigeración, del aceite o alguno de sus componentes puede dejar inutilizado el motor. El eléctrico carece de estos componentes, por lo que puede ser una alternativa mejor y más barata de producir y mantener.

- El coche eléctrico no necesita marchas, puesto que su motor solo entenderá de una marcha continua, hasta una velocidad límite, que puede variar mucho según el modelo, por supuesto. Solo necesitará un simple mecanismo para poder diferenciar cuando estamos dando marcha atrás.
- Al no tener tantos componentes el motor hace que el espacio sea mayor y mejor aprovechado para otros habitáculos del coche. Aun así los fabricantes siguen haciendo los coches con “morro” por tema de diseño.
- Los coches eléctricos tienen una eficiencia cercana al 90%, que comparada con el simple 30% de los tradicionales, se hace muy notoria. Esto quiere decir que el coche consumirá menos y necesitará menos energía para realizar el mismo esfuerzo.

A continuación se citan algunos de los inconvenientes de estos vehículos

- La poca autonomía de las baterías hace que estos vehículos eléctricos sólo puedan circular unos 100 a 150 kilómetros con una carga completa.
- Los puntos de recarga para baterías son difíciles de encontrar, porque hay pocos vehículos. Aunque cada vez más, encontramos puntos de recarga en calles y centros comerciales.
- Los coches eléctricos llevan muchas baterías y esto hace que el coste de todas ellas sea grande. Aunque hoy en día existen sitios donde puedes alquilarlas.
- Por último encontramos que un coche eléctrico es más caro que uno convencional y a la hora que se estropea, cuesta encontrar talleres competentes.

2.3.5 Consumo y Emisiones Co2 en España

El coche eléctrico consume siete veces menos CO₂ que su competidor el vehículo de combustión interna. Estos es así en España, en 2016. En 2050 podría llegar a un consumo 50 veces menor.

Como se ha comentado con anterioridad, el coche eléctrico emite cero contaminación pero, con frecuencia, se afirma que los vehículos eléctricos (VE) emiten tanto o más que los diésel o gasolina equivalentes, solo que lo hacen a distancia, en las centrales térmicas que generan la electricidad. La respuesta exacta depende exclusivamente del mix de generación de electricidad del país donde ese VE se recarga. Veamos un par de casos extremos antes de calcular las emisiones en España.

- A. **El peor escenario** es el de una isla o país, en que el 100% de la electricidad se produzca por grupos electrógenos diésel. En tal caso, el consumo de energía primaria del VE sería el mismo que el de los motores diésel, más un 10% aproximado por la pérdida de rendimiento del motor eléctrico, más otro 10% aproximado por las pérdidas en las líneas de transmisión. Resultado: 120% de consumo de energía y 120% de emisiones (El caso sería un 42% peor, si el 100% de la electricidad fuera producida por carbón...).
- B. **El mejor escenario** sería el de países como Noruega, Islandia, Costa Rica, con casi un 100% de renovables a base de hidroeléctrica, eólica y otras fuentes libres de emisiones. En tal caso y debido a la muy superior eficiencia del motor eléctrico, de acuerdo con el Cuadro 22 del trabajo de la consultoría *Monitor Deloitte "Un modelo energético sostenible para España en 2050 - Recomendaciones de política energética para la transición"*, el consumo de energía primaria sería del 28% comparado con el coche diésel. Además, ese 28% sería libre de emisiones, por lo que el resultado sería: Consumo= 28%, Emisiones 0%.
- C. **Caso intermedio, España 2015-2016.** Con un 32% fósil en el mix de 2015, el consumo de energía primaria del VE, sería del 41%, según el cuadro adjunto. A efectos de emisiones, con datos de 2016 y el cálculo que detallo más abajo, tendríamos que el 70% de la electricidad no emite CO₂ (nuclear, eólica e hidro) y que, del 30% restante, 17% emite a ritmo de carbón y 12,73% emite a ritmo de gas natural. Eso nos da una emisión media, en térmicos diesel del 33,43% (ver cálculo detallado más abajo). Resultado: Consumo de energía primaria= 41% (seguramente, será algo inferior, el 38-39%, pues el mix de 2016 es 2 puntos más alto que en 2015). Emisiones $41\% \times 33,43\% = 13,4\%$
- Es decir, un coche eléctrico que se haya recargado en la red española durante 2016, consume el 39-41% de la energía primaria y emite el 13,4% del CO₂ que un diesel equivalente. Eso son 7,3 veces menos emisiones.

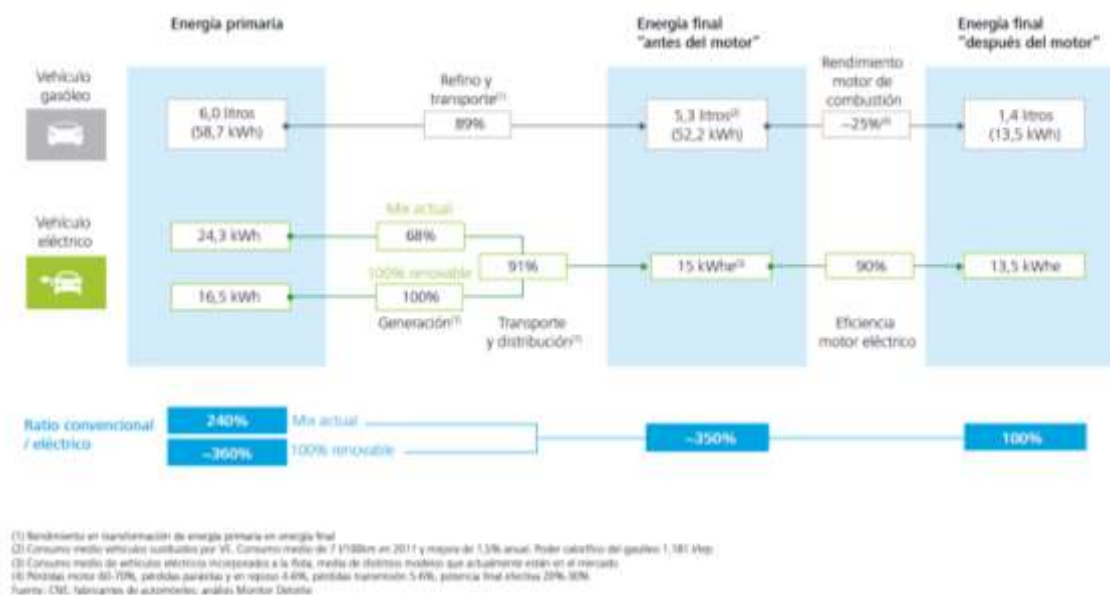


Ilustración 16: Comparativa de consumos vehículo eléctrico vs combustión interna (Fuente: Monitor Deloitte)

En el futuro, si España sigue descarbonizando su electricidad, hasta el 90% comprometido por la UE y ese 10% fósil es gas natural, el resultado será: Consumo= Un 32% aproximadamente. Emisiones= 32% X 7,3%= 2,34%. O sea, 43 veces menos emisiones.

2.4. Normativa aplicable a la instalación

La tecnología fotovoltaica, igual que cualquier otra tecnología de generación eléctrica, necesita de una regulación estable, predecible y a largo plazo, dado que se trata de proyectos con una vida útil de varias décadas. En el caso particular de las energías renovables esto cobra una mayor importancia dado que los costes variables son menores y es necesario realizar un gran desembolso inicial que, normalmente, debe ser financiado.

La inestabilidad regulatoria es un grave problema, no sólo porque ahuyenta a posibles inversores sino también porque dificulta las condiciones de financiación de aquellas empresas y particulares que sí deciden apostar por esta tecnología.

A continuación, se recogen en orden cronológico las principales leyes que regulan la generación fotovoltaica en nuestro país según la OMIE (Operador del Mercado Ibérico de Energía)

- Real Decreto 469/2016, de 18 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 216/2014, de 28 de marzo, por el que se establece la metodología de cálculo de los

precios voluntarios para el pequeño consumidor de energía eléctrica y su régimen jurídico de contratación.

- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 738/2015, de 31 de julio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica y el procedimiento de despacho en los sistemas eléctricos de los territorios no peninsulares.
- Circular 3/2014, de 2 de julio, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad.
- Real Decreto 1074/2014, de 19 de diciembre, por el que se modifican el Reglamento de los Impuestos Especiales, aprobado por el Real Decreto 1165/1995, de 7 de julio, el Reglamento del Impuesto sobre los Gases Fluorados de Efecto Invernadero, aprobado por el Real Decreto 1042/2013, de 27 de diciembre, y el Reglamento del Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas, aprobado por el Real Decreto 439/2007, de 30 de marzo.
- Real Decreto 1054/2014, de 12 de diciembre, por el que se regula el procedimiento de cesión de los derechos de cobro del déficit del sistema eléctrico del año 2013 y se desarrolla la metodología de cálculo del tipo de interés que devengarán los derechos de cobro de dicho déficit y, en su caso, de los desajustes temporales negativos posteriores.
- Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.
- 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- Real Decreto Ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- TEXTO REFUNDIDO del Real Decreto 216/2014, de 28 de marzo, por el que se establece la metodología de cálculo de los precios voluntarios para el pequeño consumidor de energía eléctrica y su régimen jurídico de contratación.

- TEXTO REFUNDIDO del Real Decreto 1619/2012, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan las obligaciones de facturación.
- Corrección de errores del Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Nota informativa IDAE: Referencias sobre autoconsumo de energía eléctrica en la normativa vigente
- Real Decreto 1623/2011, de 14 de noviembre, por el que se regulan los efectos de la entrada en funcionamiento del enlace entre el sistema eléctrico peninsular y el balear, y se modifican otras disposiciones del sector eléctrico.
- Real Decreto 1544/2011, de 31 de octubre, por el que se establecen los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución que deben satisfacer los productores de energía eléctrica.
- Real Decreto 1307/2011, de 26 de septiembre, por el que se modifica el Real Decreto 437/2010, de 9 de abril, por el que se desarrolla la regulación del proceso de titulación del déficit del sistema eléctrico.
- TEXTO REFUNDIDO del Real Decreto 647/2011, de 9 de mayo, por el que se regula la actividad de gestor de cargas del sistema para la realización de servicios de recarga energética.
- Real Decreto 302/2011, de 4 de marzo, por el que se regula la venta de productos a liquidar por diferencia de precios por determinadas instalaciones de régimen especial y la adquisición por los comercializadores de último recurso del sector eléctrico.
- Corrección de errores del Real Decreto 302/2011, de 4 de marzo, por el que se regula la venta de productos a liquidar por diferencia de precios por determinadas instalaciones de régimen especial y la adquisición por los comercializadores de último recurso del sector eléctrico.
- Real Decreto 1282/2010, de 15 de octubre, por el que se regulan los mercados secundarios oficiales de futuros, opciones y otros instrumentos financieros derivados.

- TEXTO REFUNDIDO del Real Decreto 1221/2010, de 1 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 134/2010, de 12 de febrero, por el que se establece el procedimiento de resolución de restricciones por garantía de suministro y se modifica el Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 1202/2010, de 24 de septiembre, por el que se establecen los plazos de revisión de los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 1003/2010, de 5 de agosto, por el que se regula la liquidación de la prima equivalente a las instalaciones de producción de energía eléctrica de tecnología fotovoltaica en régimen especial.
- Real Decreto 437/2010, de 9 de abril, por el que se desarrolla la regulación del proceso de titulización del déficit del sistema eléctrico.
- Corrección de errores del Real Decreto 437/2010, de 9 de abril, por el que se desarrolla la regulación del proceso de titulización del déficit del sistema eléctrico.
- Real Decreto 198/2010, de 26 de febrero, por el que se adaptan determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico a lo dispuesto en la Ley 25/2009, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- TEXTO REFUNDIDO del Real Decreto 134/2010, de 12 de febrero, por el que se establece el procedimiento de resolución de restricciones por garantía de suministro y se modifica el Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- Real Decreto 324/2008, de 29 de febrero, por el que se establecen las condiciones y el procedimiento de funcionamiento y participación en las emisiones primarias de energía eléctrica.
- Sentencia de 25 de mayo de 2010, de la Sala Tercera del Tribunal Supremo, por la que se declara la nulidad de los artículos 3.1 y 5 del Real Decreto 324/2008, de 29 de febrero, por el que se establecen las condiciones y el procedimiento de funcionamiento y participación en las emisiones primarias de energía eléctrica.

- Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 1767/2007, de 28 de diciembre, por el que se determinan los valores a aplicar en el año 2008 para la financiación de los costes correspondientes a la gestión de los residuos radiactivos y del combustible gastado, y al desmantelamiento y clausura de instalaciones.
- Real Decreto 1261/2007, de 24 de septiembre, por el que se establece la prima al consumo de carbón autóctono para los años comprendidos entre 1999 y 2006
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 871/2007, de 29 de junio, por el que se ajustan las tarifas eléctricas a partir del 1 de julio de 2007.
- Real Decreto 616/2007, de 11 de mayo, sobre fomento de la cogeneración.
- Real Decreto 1634/2006, de 29 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica a partir de 1 de enero de 2007.
- Real Decreto 809/2006, de 30 de junio, por el que se revisa la tarifa eléctrica a partir del 1 de julio de 2006.
- TEXTO REFUNDIDO del Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- TEXTO REFUNDIDO del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- TEXTO REFUNDIDO del Real Decreto 1965/1999, de 23 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento de los Impuestos Especiales, aprobado por el Real Decreto 1165/1995, de 7-7-1995 (RCL 1995\2212 y 2594).
- TEXTO REFUNDIDO del Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 2017/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el procedimiento de liquidación de los costes de transporte, distribución y comercialización a tarifa, de los costes permanentes del sistema y de los costes de diversificación y seguridad de abastecimiento.

- Real Decreto 2366/1994, de 9 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables.

2.5 Tipos de instalaciones de energía solar fotovoltaica

Básicamente las instalaciones solares se pueden dividir entre aquellas que están aisladas de la red y las que están conectadas a ella. En instalaciones conectadas a la red, el dimensionado se realiza en función de la superficie disponible, es decir, para un emplazamiento dado se calcula la instalación de manera que se consiga un aprovechamiento óptimo de ésta, mientras que en instalaciones aisladas lo que se busca es que el sistema sea autosuficiente.

2.5.1 Instalaciones conectadas a la red con vertido

Son aquellas instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red para vender la energía eléctrica producida por los módulos fotovoltaicos a una compañía. Estas instalaciones no necesitan acumuladores debido a que en el momento en que se produce la electricidad lo vierten a la red eléctrica evitando así las pérdidas por carga y descarga de las baterías. Al conectarse a la red necesitan que la energía producida tenga una forma de onda dentro de los límites establecidos por la normativa correspondiente, y por tanto es necesario el uso de inversores. Además se estipulan unos límites para máximo y mínimo de frecuencia.

En estas instalaciones es necesario instalar protecciones de máxima y mínima tensión; máxima y de frecuencia, además de las protecciones diferenciales y magnetotérmicos. Estas son para proteger la instalación y garantizar una calidad en el suministro de energía a la red. Además hay que instalar un contador bipolar para contabilizar la cantidad de energía que vendemos y compramos.

2.5.2. Instalaciones conectadas a la red sin vertido

Estas instalaciones están conectadas a la red eléctrica pero no vierten en ella su producción energética. Pueden o no precisar baterías ya que el propósito de la instalación es intentar consumir de las placas solares y en el momento que se necesite más energía o que las baterías estén descargadas obtener la energía de la red eléctrica.

Para este tipo de instalaciones hay muchas configuraciones posibles como hacer una instalación solar para los receptores de menor tamaño, y así conectar los de mayor potencia a la red o conectar toda la instalación a los módulos y en el momento en que la potencia consumida sea mayor que la potencia generada pasar a consumir de la red.

2.5.3. Instalaciones aisladas de la red eléctrica

Una instalación solar fotovoltaica aislada es un sistema de generación de corriente sin conexión a la red eléctrica que proporciona al propietario energía procedente de la luz del sol. Normalmente requiere el almacenamiento de la energía fotovoltaica generada en acumuladores solares -o baterías- y permite utilizarla durante las 24 horas del día.

Estas instalaciones fotovoltaicas aisladas son ideales en regiones donde la conexión a la red eléctrica no es posible o no está prevista debido a los altos costes de desarrollo de la construcción de los sistemas eléctricos de la línea, especialmente en las zonas rurales remotas.

Puesto que el objetivo principal nuestra instalación es el de dar servicio de carga en zonas de difícil acceso a la red se diseñara nuestra instalación para que sea autosuficiente. Además dado el actual clima de desconfianza aun existente frente a la modalidades conectadas a la red , se optara por el diseño de una estación de recarga aislada, pudiendo en el futuro realizar el correspondiente estudio económico del régimen de autoconsumo con vertido, aunque dadas la configuración de la instalación no se cree que pueda ser de gran utilidad en zonas donde ya se disponga de acceso a la red y por tanto no se ha considerado para este proyecto.

3. Diseño de una estación de recarga móvil aislada

Una vez se definidos el método por el que se alimentara nuestra instalación y los distintos regímenes de conexionado a la red podemos proceder al diseño de nuestra instalación fotovoltaica.

3.1 Dimensionado de la instalación

Al contrario de la mayoría de instalaciones fotovoltaicas que se dimensionan para satisfacer las necesidades de una vivienda u otra edificación de consumos definidos, el objetivo de nuestro proyecto es el de dar servicio al máximo de clientes posible, y para ello debemos disponer de tanta energía como nos sea posible para suministrar.

Por ello, y dado que no disponemos de un emplazamiento estático, el dimensionado de la instalación se hará según las medidas de un tráiler de camión de medidas estandarizadas:

13,5 x 2,4 x 3,45 m

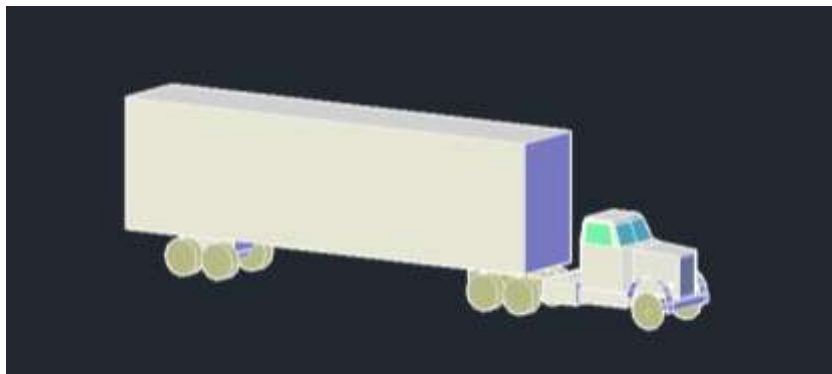


Ilustración 17: Ilustración 3D, semirremolque instalación de estudio (fuente: autocad)

Este tráiler nos ofrece una superficie útil de 142,11 m² donde instalaremos nuestros paneles fotovoltaicos.

A [m2]	46,575
B [m2]	32,4
C [m2]	46,575
D [m2]	8,28
E [m2]	8,28

A parte del módulo principal, se podrán instalar, siempre a petición del cliente, paneles fotovoltaicos extra que irán conectados al módulo principal, sujetos mediante estructuras en forma de pérgola (como los parques exteriores cubiertos) que generaran energía extra a parte de la del módulo principal.

Estos paneles extra no tendrán un gran impacto en el espacio disponible ya que su diseño a modo de pérgola permitirá su estacionamiento debajo de ellos.

3.1 Localización

Dado que no disponemos de un emplazamiento estático donde realizar los cálculos de radiación y producción de nuestra instalación se ha propuesto el estudio de distintas localizaciones en diferentes puntos de la península.

- Barcelona (41°23'6" N, 2°10'24" E)
- Madrid (40°25'0" N, 3°42'13" W)
- Sevilla (37°23'20" N, 5°59'4" W)



Ilustración 18: Mapa España, península y baleares (fuente: Google maps)

Se han considerado estas localidades dadas sus distintas longitudes y latitudes a lo largo de la península.

3.2. Tipos de recarga

Actualmente se pueden distinguir los siguientes tipos de recarga dependiendo del tiempo de este:

- **Recarga convencional:** esta recarga aplica niveles de potencia que hacen que la carga dure aproximadamente unas 8h. La carga convencional monofásica emplea intensidad y voltaje propios de una vivienda (16 A y 230 V), es decir, unos 3,7 kW. Esta es la solución óptima para básicamente recargar el VE en la vivienda durante la noche, ya que es cuando menos demanda hay.
- **Recarga semi-rápida:** emplea 32 A y 230 VAC, que serían aproximadamente unos 7,3 kW. Con este nivel de carga el coche podría cargarse en unas 4h. Es una buena solución para cargar el coche durante la noche en viviendas o en garaje comunitario, preparando anteriormente la instalación para que soporte los niveles de carga.
- **Recarga rápida:** la potencia de salida que se obtiene es de unos 50kW, pudiendo cargar así el 65% de la capacidad en aproximadamente 15 minutos. Esta solución es la que se asemeja más a los hábitos de repostaje actuales.

Dadas las características de nuestro servicio la opción más viable es la de realizar cargas rápidas de modo que el usuario pueda cargar el vehículo en menos tiempo e irse. Por otro lado también es interesante la posibilidad de realizar cargas de menor intensidad y menor desgaste para las baterías para aquellos clientes que no tengan tanta prisa u otros usos de la instalación.

3.3. Modos de recarga

En este punto analizaremos los distintos puntos de carga que podemos emplear en nuestra instalación. La función principal de la instalación es la de dar servicio a vehículos eléctricos, por otro lado, también podría ser de gran ayuda si se adaptaran otro tipo de salidas para el conexionado a otras instalaciones.

Recarga VE

Los modos de carga tienen que ver con el nivel de comunicación entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de recarga, y el control que se puede tener del proceso de carga, para programarla, ver el estado, pararla, reanudarla o incluso inyectar electricidad a la red. De este modo tenemos los siguientes modos de carga:

- **Modo 1, sin comunicación con la red.** Esta recarga se lleva a cabo en una toma de corriente monofásica de uso no exclusivo, es decir, que se aplica a una toma de corriente convencional con conector schuko. La toma es normalizada pero no exclusiva para vehículos eléctricos. Estos se conectan a la red con una intensidad máxima permitida de hasta 16 A i una tensión inferior a 250V (en España 230V). Este modelo de carga permite una potencia máxima de 3,7 kW, aunque existe una variante con corriente trifásica de 400V y 11 kW de potencia máxima

Este se considera un modo de recarga ideal para pequeños vehículos eléctricos, como bicicletas, ciclomotores o cuadriciclos, en instalaciones privadas. Por otro lado no se recomienda su uso en la carga de VE debido al sobrecalentamiento de la instalación en usos tan continuados y a su falta de protección.



Ilustración 19: Esquema modo de carga 1 (fuente: electromovilidad.net)

- **Modo 2, grado bajo de comunicación con la red.** Al igual que en Modo 1, la toma de corriente es estándar de uso no exclusivo, pero en este caso, el cable cuenta con un dispositivo intermedio de control piloto y un sistema de protección diferencial, que permite verificar la correcta conexión del vehículo a la red de recarga, elegir la velocidad de carga y activar/desactivar la recarga. La intensidad máxima permitida es de 32A, siendo 16A lo habitual. La tensión y potencia máxima son similares al modo 1, y también cuenta con su variante en trifásica con 400V y una potencia alrededor de 22kW.

En el lado de la pared el conector es de tipo Schuko, mientras que en el lado del coche este puede ser de diversos tipos, siendo los más usados el Mennekes (o Tipo 2) y el SAE J1772. Estos y otros conectores deben tener al menos un pin para la señal de comunicación



Ilustración 20: Esquema modo de carga 2 (fuente: electromovilidad.net)

- **Modo 3, grado elevado de comunicación con la red.** Este modo utiliza una toma de corriente especial de uso exclusivo para la recarga del vehículo eléctrico. Se trata de un terminal de recarga, también llamado SAVE (Sistema Alimentación Vehículo eléctrico) o "Wall Box" donde se encuentran los dispositivos de control y protecciones. Además, el cable incluye hilo piloto de comunicación integrado, este terminal monitoriza la carga y corta el suministro eléctrico al enchufe cuando no detecta un conector. Ambos extremos del cable cuentan con conectores específicos.

El Modo 3 permite intensidades de hasta 63A, aunque lo normal son 32A y ya se trabaja en prototipos de hasta 250A. Es el modo idóneo para los entornos industriales y aparcamientos de flotas comerciales. Además, debido a la tecnología que emplea, permite la recarga inteligente y favorece el surgimiento de la Smart Grid, de ahí que la UE quiera promocionarlo como modo estándar.



Ilustración 21: Esquema modo de carga 3 (fuente: electromovilidad.net)

- **Modo 4, grado elevado de comunicación con la red.** En este modo el vehículo eléctrico se conecta a la red de baja tensión a través de una estación de recarga que incluye un convertidor a corriente continua y solo se aplica a recarga rápida. De este modo la conversión se realiza fuera del vehículo ahorrando problemas como de calentamiento o la pérdida de energía.

Al igual que el Modo 3, el cable tiene en sus extremos conectores específicos. Por recargar mediante corriente continua los conectores del lado del coche que podemos utilizar son principalmente el CHAdeMO, el CCS Combo o el SAE J1772 con pins extra preparado para la CC.

El Modo 4 es exclusivamente indicado para la recarga rápida, con intensidad de corriente de hasta 400A y potencia máxima de 240 kW, aunque en nuestro país lo normal es 125 kW.



Ilustración 22: Esquema modo de carga 4 (fuente: electromovilidad.net)

Dadas las características de nuestra instalación se considerara el modo 4 como el principal modo de carga a considerar. Dado que nuestra instalación se localizara en lugares aislados, es poco común que el cliente esté dispuesto a esperar por un largo periodo. Por otro lado, resulta interesante estudiar otros modos de carga para otras utilidades de la instalación como alimentar autocaravanas o incluso viviendas.

Actualmente el modo de carga más extendido y seguro de carga es el modo 3 y dado que queremos hacer llegar el servicio de nuestra estación al mayor número de VE, es imprescindible disponer de él en nuestro modulo de recarga

Por tanto se diseñara la instalación de modo que permita la posibilidad de cargar el vehículo en modo 3 y 4 .

3.4 Componentes de la instalación

3.4.1 baterías

A la hora de dimensionar una instalación fotovoltaica desconectada de la red es esencial pensar en cada uno de los componentes, individualizándolos para comparar las opciones similares que nos ofrece el mercado.

Las baterías son las responsables de todo el almacenamiento de la cargas eléctricas que serán posteriormente consumidas durante los periodos nocturnos y de falta de energía y por los clientes que quieran abastecerse de nuestro servicio. Por tanto la correcta elección de estos es decisiva para un correcto funcionamiento de este servicio.

De este modo procedemos a analizar los distintos tipos de batería que nos ofrece el mercado.

Monoblock

Las baterías Monoblock son una solución económica y de alto rendimiento ideal para aplicaciones de energía renovable con una vida útil estimada de 4 a 5 años. Están recomendadas para instalaciones pequeñas o con un consumo bajo, como por ejemplo: sistemas de alarma, sistemas de video vigilancia, bombillas, etc.

Sin embargo, no es recomendable que en la instalación donde situemos nuestra batería Monoblock tengamos aparatos complejos – es decir que dispongan de motor – ya que éstas baterías no soportan bien los picos de arranque altos que producen este tipo de equipos (lavadora, bomba de agua, etc.) Si las utilizáramos para soportar este tipo de electrodomésticos o sistemas, reduciríamos su vida útil drásticamente, con lo que es más rentable a largo plazo utilizar otro tipo de baterías que estén preparadas para este fin.

Baterías AGM

También poseen una vida útil de más de 10 años. Las baterías VRLA AGM poseen su contenido en ácido fijado en fibras de vidrio. Este tipo de batería también es conocido como "batería seca" ya que su contenido de ácido es reducido.

Las baterías AGM se proveen de su propia agua, ya que realiza una recombinación con el hidrogeno y el oxigeno generado durante el proceso de carga. Poseen un comportamiento

aceptable en climas fríos y tienen la mayor eficiencia de todas las baterías de plomo, llegando a alcanzar hasta el 95% de eficiencia.

Un punto desfavorable de este tipo de baterías es que son vulnerables a frente a descargas profundas y que aunque su inversión es mayor, compensa la calidad de la batería dependiendo de para que aplicación destinemos nuestra instalación solar.

Baterías estacionarias

También conocidas como baterías de ciclo profundo. Tienen una vida de 4 a 5 años, asequibles y se pueden utilizar incluso en vehículos de recreo y sistemas de alimentación ininterrumpida. La diferencia notable de este modelo es que posee placas más gruesas, permitiendo realizar descargas más de mayor intensidad.

Baterías de electrolito gelificado o Gel

Las baterías de gel poseen el ácido en forma de gel, evitando así en caso de rotura, cualquier pérdida que pudiese ocasionar un líquido. Poseen una baja corrosión y resisten bien las bajas temperaturas. Su comportamiento frente a descargas profundas es mejor que el de las baterías líquidas.

La vida útil de estas baterías es de unos 7 años.

Como inconvenientes, indicar que al poseer una resistencia interna más elevada (lo que reduce el flujo máximo de corriente) son más delicadas de cargar, también hay que destacar que su precio es más elevado que el de las baterías líquidas.

Batería de Níquel-Cadmio

Las principales características de la batería de Níquel-Cadmio son su larga vida y bajo mantenimiento. No se ven afectadas por las sobrecargas excesivas, pero el coste es muy elevado en comparación a las de plomo-ácido.

Su voltaje de celda es inferior a las de plomo-ácido, siendo este 1,2 V en lugar de los 2 V de las segundas.

Aguantan procesos de congelación y descongelación sin ningún efecto sobre su comportamiento. De igual manera, las altas temperaturas tienen menos incidencia que en las de plomo-ácido. Les afectan menos las sobrecargas y pueden descargarse totalmente sin sufrir

daños. No poseen riesgo de sulfatación y su capacidad para aceptar ciclos de carga es independiente de la temperatura.

Como principal inconveniente cabe destacar que presentan el denominado “efecto memoria”, mediante el cual, se reduce la capacidad de la batería a causa de cargas incompletas. Se produce cuando se carga una batería sin haber sido descargada del todo. Al memorizar el ciclado, la batería limita descargas que sean mayores produciéndose así una pérdida en la capacidad de la misma.

Baterías de ion-litio

También conocidas como baterías Li-ión. A diferencia de todas las anteriores, emplea como electrolito una sal de litio que aporta los iones necesarios para la reacción que sucede entre el ánodo y el cátodo.

Las baterías de litio más empleadas son las de fosfato de hierro y litio (LiFePO₄).

Poseen una mayor tensión nominal de celda (3,2 V) en comparación a las de plomo-ácido (2 V) y junto a su elevada capacidad energética y resistencia a la descarga las posicionan en el “top” de las baterías.

Este tipo de baterías no necesitan estar completamente cargadas para su correcto funcionamiento. A diferencia de las baterías tradicionales, mantienen la entrega de potencia sin fluctuaciones hasta el mismo punto de descargarse en lugar de ir variando la potencia conforme va disminuyendo la energía de la misma.

Las baterías de ión-litio son más caras que las de plomo ácido pero si se usan en aplicaciones exigentes, el alto coste inicial es compensado por una vida útil más elevada, además de la elevada eficiencia que presentan.

No necesitan ningún tipo de mantenimiento durante toda la vida útil de la batería.

Si se dejan de utilizar, se descargan a un ritmo muy lento, lo que permite usarlas tras un largo periodo de inactividad sin necesidad de una recarga previa.

Además de todas estas ventajas, este tipo de batería es la más respetuosa con el medio ambiente ya que no posee elementos tan dañinos como el ácido sulfúrico y el plomo que está presente en otros tipos de baterías.

Hoy en día estas baterías representan la mejor opción para los vehículos eléctricos. Y dado que este proyecto pretende dar servicio a este sector, es interesante plantear el uso de baterías de litio de segundo uso para el almacenamiento de energía de nuestra instalación. De este modo estaremos ayudando a generar una economía circular con un menor número de residuos.

Para realizar los cálculos se consideraran los datos de la batería *48V300Ah* de *GoldenCellBattery* de 14,4kWh.

Características	
Capacidad nominal:	344Ah@0.5C
Capacidad mínima:	300Ah@0.5C
Tensión nominal:	48 V
Tensión de corte de la carga:	54,6 ± 0,1 V
Tensión de corte de descarga:	39 ± 0,1 V
Corriente de carga estándar:	30 A
Corriente de carga rápida:	100 A
Corriente de descarga estándar:	70 A
Corriente de descarga rápida:	100 A
MAX. Corriente de descarga:	150 A
Resistencia interna:	<150mΩ
Dimensión:	Diámetro: los 29 cm, longitud: los 111 cm
Peso:	Aproximadamente 100 kg

Tabla 1. Características técnicas baterías

3.4.2 Paneles

Los paneles solares son el elemento determinante en una instalación solar, por lo tanto su calidad y tecnología son decisivos para el alto rendimiento y rentabilidad de una instalación. Por ello antes debemos conocer cómo funciona esta tecnología y qué tipo de célula fotovoltaica se adapta mas a nuestras necesidades

Hay una serie de aspectos que afectan a todos los materiales semiconductores:

- **Cristalinidad:** Indica la ordenación de los átomos en la estructura cristalina. El silicio, como otros materiales, puede aparecer en varias formas: monocristalino, policristalino o amorfo.
- **Coeficiente de absorción:** Indica cómo la luz lejana, que tiene una longitud de onda específica, puede penetrar el material antes de ser absorbida. Un coeficiente de absorción pequeño significa que la luz no es absorbida fácilmente por el material. Depende de dos factores:
 - Material que hay encima de la célula: tiene que tener un mínimo coeficiente de absorción.
 - Longitud de onda o energía de la luz que es absorbida. Las células de silicio cristalino son de un espesor grande ya que tienen un coeficiente de absorción de la luz incidente relativamente reducido.
- **Coste y complejidad de fabricación:** Varían dependiendo del material o materiales utilizados en las capas del semiconductor según los factores:
 - Deposición en diversos compartimentos.
 - Necesidad de trabajar en un ambiente determinado.
 - Cantidad y tipo de material utilizado.
 - Numero de pasos implicados.
 - Necesidad de mover las células.
 - Etc.

Las partes más importantes de una célula solar son las capas de semiconductor, ya que es en ellas donde se liberan los electrones y se produce la corriente eléctrica. Para hacer las capas de

las distintas células solares se utilizan diferentes materiales semiconductores, y cada uno de ellos tiene sus ventajas y sus inconvenientes.

Monocristalino

- Presenta una estructura completamente ordenada.
- Su comportamiento uniforme lo hace buen conductor.
- Es de difícil fabricación.
- Se obtiene silicio puro fundido y dopado con boro.
- Se reconoce por su monocromía azulada oscura y metálica.
- Su rendimiento oscila entre 15-18%.

Policristalino

- Presenta una estructura ordenada por regiones separadas.
- Los enlaces irregulares de las fronteras cristalinas disminuyen el rendimiento de la célula.
- Se obtiene de igual forma que la de silicio monocristalino pero con menos fases de cristalización.
- Su superficie está estructurada en cristales con distintos tonos de azules y grises metálicos.
- Su rendimiento oscila entre 12-14%.

Amorfo

- Presenta un alto grado de desorden.
- Contiene un gran número de defectos estructurales y de enlaces.
- Su proceso de fabricación es más simple que en los anteriores y menos costoso.
- Se deposita en forma de lámina delgada sobre vidrio o plástico.
- Son eficientes bajo iluminación artificial.
- Tiene un color marrón homogéneo.
- Su rendimiento es menor del 10%.

Célula de película delgada

- Una de las células más desarrolladas de este tipo es la de sulfuro de cadmio (Cd S) y sulfuro cuproso (Cu₂ S).
- Están formadas por la unión de dos materiales.

- Se necesita poco material activo.
- Su proceso de fabricación es sencillo.
- Los materiales utilizados están poco estudiados.
- La tecnología para su obtención está poco desarrollada.
- Tiene un rendimiento del 5% aproximadamente.

Célula de Arseniuro de Gallo (Ga As)

- Tiene buenos rendimientos con pequeños espesores.
- Mantiene sus características a elevadas temperaturas.
- Presenta tolerancia a radiaciones ionizantes.
- Elevado coste de producción.
- Material raro y poco abundante.
- Tiene un rendimiento del 27%.

Tras la experiencia adquirida y un pequeño estudio de mercado se aconseja la instalación de módulos solares policristalinos. Ofreciendo resultados muy parecidos a los monocristalinos a un coste más bajo.

Se han seleccionado para el estudio de esta instalación los paneles "SHS100W-120P" de la compañía Shine Solar con las siguientes características eléctricas que se muestran en la tabla :

Características	
Potencia máxima (P_{max})	120 Wp
Tensión en el punto de máxima potencia (V_{mp})	18,03 V
Corriente en el punto de máxima potencia (I_{mp})	6,75 A
Tensión de circuito abierto (V_{oc})	22,6 V
Corriente de cortocircuito (I_{sc})	7,10 A

Tabla 2. Características técnicas paneles fotovoltaicos

3.4.3 Regulador

Un regulador solar (o de carga) es un dispositivo encargado de controlar constantemente el estado de carga de las baterías así como de regular la intensidad de carga con el fin de alargar la vida útil de las baterías. Este se conectara a la salida de las baterías y los paneles solares y su función es la de controlar la entrada de corriente proveniente del panel solar y evita que se produzcan sobrecargas y sobredescargas profundas en la batería.

Existen principalmente dos tipos de reguladores de carga

Regulador de carga PWM

El regulador PWM es, en esencia, un interruptor que conecta los paneles solares a la batería. El resultado es que la tensión de dichos paneles descenderá a valores cercanos de la tensión de la batería.

Regulador de carga MPPT

El regulador MPPT es más sofisticado (y más caro): ajusta su voltaje de entrada para conseguir la máxima potencia del panel solar y luego transformar esta energía para suministrar un voltaje variable requerido por la batería, así como para la carga. Por tanto, básicamente se desacoplan los voltajes del panel y de la batería de modo que no puede haber, por ejemplo, una batería de 12 voltios en un lado del regulador de carga MPPT y los paneles conectados en serie para producir 36 voltios en el otro.

Generalmente los reguladores MPPT superan los PWM en climas templados-fríos mientras que ambos reguladores mostrarán aproximadamente el mismo rendimiento en un clima tropical-subtropical.

3.4.4 Convertidor DC/AC

A la salida del regulador de carga se conectara un convertidor inversor DC/AC que vendrá caracterizado por una tensión de entrada que definirán las baterías, la tensión de salida de la carga y la potencia de suministro del vehículo eléctrico. En función de las características de corriente que sea capaz de aguantar el convertidor, la carga podrá realizarse a mayor o menor intensidad

Aspectos a que habrán de cumplir los inversores:

- Deberán tener una eficiencia alta, de modo que las pérdidas sean lo más pequeñas posibles.
- Deberán estar adecuadamente protegidos contra cortocircuitos y sobrecargas
- Deberá incorporar rearme y desconexión automáticos.
- Admitir demandas de potencias instantáneas mayores al 150% de la potencia máxima prevista

- Otros: Baja distorsión armónica, Bajo consumo, aislamiento galvánico, sistemas y medidas de monitorización.

Actualmente disponemos en el mercado de inversores solares que nos permiten prescindir de un regulador de carga puesto que este ya se encuentra dentro del propio inversor. Dada la limitación de espacio de la que se dispone se ha considerado idóneo el uso de estos inversores diseñados ya para aplicaciones solares. Por tanto, se ha seleccionado un inversor Solar modelo "T3 75kW" de la compañía ZIGOR que nos permitirá regular la carga y descarga de las baterías a la vez que nos dará a la salida de 380-400V de corriente alterna a 50/60Hz.



Inversores ZIGOR SOLAR T3/TL3

Características

- > Rango de tensión de entrada (300-700 VDC)
- > Seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT)
- > Alto rendimiento energético MPPT > 99%
- > Muy baja distorsión armónica, THD < 3%
- > Factor de potencia seleccionable
- > Conexión directa a la red (modelo T y TL)
- > Conexión en paralelo sin limitación
- > Protección anti-isla con desconexión automática
- > Monitorización del equipo mediante LCD
- > Aislamiento galvánico a través de transformador (modelo T)
- > Monitorización corriente strings (con opción ZIGOR SOLAR SB16)
- > Grado de protección IP21
- > Protección contra: Polarizaciones inversas, cortocircuitos, sobretensiones, fallo de aislamiento con salida a Relé
- > Vida útil más de 20 años
- > Regulación de reactiva automática
- > Programa Web server para proporcionar acceso completo a toda la información de los inversores y para monitorizar y comunicarse con los inversores
- > Máxima eficiencia de las plantas solares
- > Modular
- > Tensión de salida 3x 400 V (T y TL modelo)
- > Protecciones DC y AC incluidas
- > Trabaja con módulos de capa fina
- > Puertos de comunicación ETHERNET
- > Fácil acceso desde cualquier navegador
- > Sistema remoto de monitorización ZIGOR SOLAR SWS1000: programa de comunicación remota, visualización de parámetros, control de registros del inversor, etc (opcional)

Ilustración 23: Características técnicas inversor híbrido ZIGOR SOLAR (Fuente: Zigor.com)

La siguiente ilustración muestra las características de trabajo del componente seleccionado:

> ZIGOR SOLAR T3 - inversores con transformador

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS							
Modelo	ZIGOR SOLAR						
	T3 20 kW	T3 25 kW	T3 30 kW	T3 50 kW	T3 75 kW	T3 100 kW	T3 133 kW
Referencia	16112	13038	17695	17173	16113	17038	301206
Potencia continua de salida	20 kW **	25 kW **	30 kW	50 kW	75 kW ***	100 kW	133 kW
Potencia Nominal DC	≈ 21 kW	≈ 27 kW	≈ 31 kW	≈ 52 kW	≈ 75 kW	≈ 105 kW	≈ 140 kW
Tensión Nominal AC	380-400 V 3P+N						
Frecuencia nominal	50/60 Hz						
Factor de potencia	1 ajustable a 0.8						
Corriente nominal de línea AC	30 A	37 A	44 A	73 A	109 A	145 A	193 A
Distorsión corriente AC (1)	< 3% THD a potencia nominal						
Máxima tensión circuito abierto (2)	550 V						
Rango de seguimiento de potencia (MPPT) DC *	300 a 720 V						
Máxima corriente de entrada DC	70 A	90 A	103 A	173 A	260 A	350 A	462 A
Eficiencia pico	96%						
Eficiencia europea	94,95%						
CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES Y MECÁNICAS							
Rango de temperatura ambiente	-10°C +50°C						
Tipo o grado de protección ambiental	IP21						
Peso aproximado	270 kg	290 kg	310 kg	390 kg	1020 kg	950 kg	
Dimensiones (AlxAxXF) mm	2150 X 800 x 600				2150 x 1200 x 600		
Altitud de funcionamiento (3)	1000 m						
Humedad relativa	0 a 95% sin condensación						
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
Método de refrigeración	Ventilación forzada interna Control de ventilador externo (6A Máx.)						
Funciones de protección	Polarización inversa / Sobre/Sub tensión AC / Sobre/Sub frecuencia / Sobretensión DC						
Pantalla de usuario	Pantalla LCD						
Seccionadores (AC y DC)	Integrados en el sistema						
Software de comunicaciones	Web server a través de conexión Ethernet						
Supervisión del equipo: auto diagnóstico	SI						
Adquisición de datos	SNMP						
Sistema monitorización ZIGOR SWS1000 (opción)	Ethernet / Módem GSM (opción) / Data logger / Programa de monitorización						
Mediciones externas	2 Entradas analógicas para monitorización (opción) Entradas / Salidas digitales						
NORMATIVAS							
Marcado	CE, VDE, ENEL						
Directivas	2004/108/CE (UNE-EN 61000-6-2 / UNE-EN 61000-6-3) 2006/95/CE (EN 50178)						
Normativas	IEC 62116 (2005) - Protección anti-Isa						
Normativas internacionales							
España	PO 12.3						
Alemania	VDE 0126-1-1						
Italia	DK594D (Chapter 8.2 Allegato 17, TERNA Regolazione)						
Reino Unido	G83						
Francia	Decret: Arrêté du 23 avril 2008						

(1) Para THDV<1% y Potencia Nominal.

(2) Este valor de tensión no debe ser superado bajo ningún concepto.

(3) Sin reducción de potencia para temperaturas inferiores a 44° C.

* 250 V tensión mínima cuando trabaja con módulos de capa fina con potencia nominal.

** Estos modelos son los ZIGOR SOLAR T3 30 kW con potencia de salida limitada mediante software.

*** Estos modelos son los ZIGOR SOLAR T3 100 kW con potencia de salida limitada mediante software.

Las especificaciones pueden cambiar sin previo aviso.

ENERGÍA SIN CORTES

ZIGOR

Ilustración 24: Características técnicas inversor híbrido ZIGOR SOLAR (Fuente: Zigor.com)



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Los Inversores híbridos irán colocados lo más cerca posible de la caja de protecciones de AC, a la que se conectan, y de los receptores.

3.4.5 Sistema de refrigeración

A la hora de escoger las baterías, es importante tener en cuenta el efecto de la temperatura. La capacidad aumenta a medida que sube la temperatura y al revés, disminuye cuando baja la temperatura. Para evitar que el módulo contenedor sufra por temperaturas extremas y prevenir así el deterioro de las baterías, se instalará un intercambiador de calor en la parte posterior del contenedor.

Este tendrá la función de evitar temperaturas excesivamente elevadas o bajas, manteniendo así el rango de temperaturas en el interior del contenedor entre los 19-25°C. Este irá alimentado, al igual que toda la infraestructura, mediante paneles solares.

Dado que nuestra instalación quiere ser lo más eficiente posible, es importante intentar que el consumo de nuestro sistema de intercambio de calor tengan el mínimo consumo que nos sea posible. Para ello es interesante estudiar alternativas que nos permita reducir la temperatura del camión por medio de elementos pasivos. Un ejemplo sería el de implementar una cubierta rugosa con aletas que favorezca el intercambio de calor de la superficie del contenedor gracias al flujo de aire exterior a través de las estas.

3.4.5 Punto de Carga

En un primer momento se considero para este proyecto que solo se dispusiera de carga en modo 4, es decir por medio de corriente continua, no obstante todavía existe una gran variedad de vehículos eléctricos que todavía no cuentan con la posibilidad de carga en cc.

Por este motivo se ha considerado conveniente el uso de puntos de carga que permita la carga en modo 3 y modo 4. Se ha seleccionado el punto de carga *RAPTION TRIO* de la compañía *CIRCUTOR* de 22kW de potencia. Esta estación de recarga está pensada para trabajar en

exterior de modo que no requerirá ninguna protección adicional al implantarse en nuestra instalación.



Características técnicas

Entrada CA	Alimentación CA	3F + N + PE
	Tensión CA	400 Vc.a. \pm 10%
	Corriente nominal de entrada	64 A
	Factor de potencia	> 0,98
	Eficiencia	94% de potencia nominal de salida
Salida CC	Frecuencia	50 / 60 Hz
	Máxima corriente de salida	56 A c.c.
	Máxima potencia de salida	22 kW (@400 Vc.c.)
	Rango de tensión de salida	150 - 550 Vc.c.
	Máxima corriente de salida	32 A
Salida CA	Máxima potencia de salida	22 kW
	Rango de tensión de salida	400 Vca (3F + N + PE)
	Carga CC 1	Modo 4 (IEC 61851-1; IEC 61851-23)
	Carga CC 2	JEVS G105 - CHAdeMO (IEC 92196-3)
	Carga CA	Modo 4 (IEC 61851-1; IEC 61851-23)
Sistema de carga	Combo2 (DIN 70121)	Modo 3 (IEC 61851-1; IEC 61851-22)
	Base Tipo 2 (IEC 62196-2)	Base Tipo 2 (IEC 62196-2)
	Protecciones eléctricas	Interrupción magnetotérmica
	Conectividad	Interrupción diferencial 30 mA Tipo A
	General	10/100 Base TX (TCP/IP)
Protecciones eléctricas	Ethernet	3G / GPRS / GSM
	Comunicaciones inalámbricas	CE / Combo2 / CHAdeMO
	Conformidad	rev. 1.1 certificado
	Grado protección	IP 54 / IK 10
	Material envolvente	Acero inoxidable
Conectividad	Temperatura de trabajo	-5 ... +45 °C
	Temperatura almacenamiento	-20 ... +60 °C
	Humedad Relativa	5 ... 90 % sin condensación
	Sistema RFID	ISO / IEC 14443A / B
	Display HMI	MIFARE Classic, MIFARE DESFire, MIFARE DESFire EV1, FeliCa®
General	Longitud cable CC CCS	ISO 18092 / ECMA-340 (NFC) 13.56 MHz
	Longitud cable CC CHAdeMO	8" TFT pantalla táctil anti-vandálica
	Indicación de estado de carga	3 m
	Protocolo integración	3 m
	Dimensiones	Balizas LED RGB
Accesorios opcionales	Peso	OCPP / XML
	Sistema refrigeración	310" x 900 x 1700 mm
	Nivel de ruido en funcionamiento	215 kg
	Protector contra sobretensiones	Ventiladores
	Protección diferencial	< 55 dBA
Normas	Calentador Climatizador	Sobretensiones transitorias de 4 polos (IEC 61643-11 Class II)
		Interrupción diferencial tipo B
		-30 ... +45 °C
		IEC 61851 / IEC 62196 / CE / CCS / CHAdeMO

Ilustración 25: Características técnicas Estación de carga RAPTION (Fuente: Circutor.es)

La estación de recarga está dotada de los siguientes conectores:

- CHAdeMO
- Combinado o CCS

Dadas las características de nuestra instalación, es necesario que se hagan adaptaciones a este modelo. Las estaciones de recarga "RAPTION" y su puesto de control irán situados en la parte lateral del tráiler junto con el cuerpo principal del equipo situados en cada extremo del vehículo según se muestra en *plano 2 del Anexo II -Planos*, las mangueras por otra parte, se dispondrán en cada lateral del camión de modo que los vehículos eléctricos que estén estacionados no se molesten entre sí.

3.4.6 Cableado

Todo el cableado cumplirá lo establecido en la legislación vigente según el RBT

Para el buen funcionamiento de la instalación es imprescindible una buena adecuación de las secciones de cableado a instalar. Una mal dimensionado de este puede suponer una caída de tensión más elevada en el conductor, lo que supone un aumento de la temperatura que puede llegar a romper el mismo y dañar la instalación.

Para el cálculo del cableado se ha tenido en cuenta el criterio de caída de tensión, el criterio de calentamiento y la sección mínima. Para las caídas de tensión se han utilizado las especificaciones en el Pliego de condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red del IDAE, las cuales varían en función de los equipos que se interconectan. A continuación se muestran los valores de caída de tensión máxima permitidos:

- Caída de tensión entre generador y regulador: 3%
- Caída de tensión entre regulador y batería: 1%
- Caída de tensión entre inversor y batería: 1%
- Caída de tensión entre el regulador e inversor: 1%
- Caída de tensión entre inversor/regulador y equipos: 3%

Los conductores positivos y negativos de la parte de continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados de acuerdo a la norma vigente.

La sección del cableado se ha calculado en el "capítulo 1.6 Cableado del anexo I: cálculos" en el que puede comprobar que los conductores seleccionados cumplen las especificaciones de caída de tensión, calentamiento y cortocircuito. Este tipo de conductor tendrá una tensión asignada de 0,6/1 KV como se indica en la ITC-BT-20. Por tanto, cumpliendo con esta premisa, el cable seleccionado tendrá esa tensión asignada y será del tipo XLPE.

El resumen de los resultados de las secciones elegidas de los conductores es el mostrado en la siguiente tabla:

Circuito	Sección en tabla	Sección (mm ²)	Sección neutro (mm ²)
Módulos fotovoltaicos - Inversor híbrido	B1-6	10	10
Baterías - Inversor híbrido	B1-6	120	60
Inversor híbrido - Caja de protecciones AC	B1-8	50	25
Caja de protecciones AC - Estación de Recarga 1	B1-6	16	16
Caja de protecciones AC - Estación de Recarga 2	B1-6	16	16

Tabla 3. Secciones normalizadas seleccionadas

Para el circuito de corriente continua se utiliza el siguiente código de colores:

- Rojo: para el polo positivo
- Negro: para el polo negativo

Para la parte de alterna de la instalación, los conductores deben ser fácilmente identificables, empleándose el azul claro para el neutro, negro marrón o gris para las fases y verde y amarillo para el cable de protección.

EL conductor de protección en esa parte de la instalación se utiliza para unir las masas de la instalación y los elementos metálicos que puedan existir o cualquier otra masa importante de la instalación. con las líneas de tierra. Dichos conductores se calculan según la tabla 2 de la ITC-BT-18.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 4. Relación entre las secciones de los conductores de protección y fase

Los conductores de protección de la instalación de la instalación tendrán las siguientes secciones las cuales se han calculado siguiendo las especificaciones de la tabla 4:

Circuito	Sección en tabla	Sección (mm ²)	Sección neutro (mm ²)
Módulos fotovoltaicos - Inversor híbrido	B1-6	10	10
Caja de protecciones AC - Estación de Recarga 1	B1-6	16	16
Caja de protecciones AC - Estación de Recarga 2	B1-6	16	16

Tabla 5. Conductores de protección seleccionados

3.4.7 Protecciones

La interrupción de corrientes presenta mayores problemas con redes en corriente continua que en corriente alterna. EN la corriente alterna existe un paso natural de la corriente por el cero en cada semiperiodo, al cual corresponde un apagado espontaneo del arco que se forma cuando se abre el circuito. En la corriente continua esto no sucede, para extinguir el arco, es preciso que la corriente disminuya hasta anularse. Es necesario que la interrupción de realice gradualmente sin bruscas anulaciones de la corriente que darían lugar a sobretensiones.

Los circuitos monofásicos se protegerán con portafusibles, de modo que permitan la desconexión es estos para trabajos de mantenimiento. En la tabla 6, vienen definidos la intensidad nominal y poder de corte de los fusibles a instalar.

Circuito	I _n fusible [A]	Poder de corte [kA]
Módulos fotovoltaicos - Inversor híbrido	45 A	10
Baterías - Inversor híbrido	195 A	150

Tabla 6. Protecciones circuitos monofásicos

El resto de circuitos, al ser trifásicos contarán con magnetotérmicos y diferenciales. El valor de la intensidad nominal de los magnetotérmicos elegidos, así como su poder de corte se especifican en la tabla 7.

Circuito	I _n fusible [A]	Poder de corte [kA]
Inversor híbrido 1 - Caja de protecciones AC	125	50
Inversor híbrido 2 - Caja de protecciones AC	125	50
Caja de protecciones AC - Estación de Recarga 1	45	10
Caja de protecciones AC - Estación de Recarga 1	45	10

Tabla 7. Valores Magnetotérmicos de los circuitos trifásicos de la instalación

Los diferenciales serán los mostrados en la tabla 8.

Circuito	Intensidad nominal del diferencial [A]	Sensibilidad [mA]	Nº de polos
Inversor híbrido 1 - Caja de protecciones AC	125	300	4P
Inversor híbrido 2 - Caja de protecciones AC	125	300	4P
Caja de protecciones AC - Estación de Recarga 1	45	30	4P
Caja de protecciones AC - Estación de Recarga 1	45	30	4P

Tabla 8. Valores de los diferenciales de los circuitos trifásicos de la instalación

3.4.8 Puesta a Tierra

La puesta a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, según indica la ITC-BT-18.

Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a los 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte de la instalación y los marcos metálicos de los módulos. Siguiendo estas especificaciones recomendadas por el IDAE, se deben conectar a tierra las estructuras de los paneles y las partes metálicas de éstos y además, los receptores de la instalación también deben ir conectados a tierra.

Según indica la misma, la elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que :

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-

24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Habrà dos tomas de tierra, una destinada a proteger los módulos fotovoltaicos y otra destinada a la estación de recarga.

Se ha optado por una solución compuesta mediante la fijación del electrodo en sortija mallada. El conductor del mallado deberá tener una longitud mínima de 10 m para que la resistencia de tierra sea inferior a 50 Ω . Contara con dos arquetas donde irán conectadas las puestas a tierra de la instalación, concretamente la de los receptores y de las estructuras y módulos fotovoltaicos.

4. Mantenimiento

4.1 Paneles fotovoltaicos

Requieren un mantenimiento nulo o muy escaso, debido a su propia configuración: no tienen partes móviles y las células y sus conexiones internas están encapsuladas en varias capas de material protector.

No obstante, dada su instalación en una superficie articulable y a los elementos se realizara una inspección general 1 ó 2 veces al año donde se asegurara que las conexiones entre paneles y al regulador estén bien ajustadas y libres de corrosión, se deberá comprobar también si los paneles se encuentran sucios y en caso de ser así se limpiaran.

4.2 Inversor hibrido

El mantenimiento del inversor hibrido no difiere mucho del especificado general para sistemas electrónicos, por tanto se realizaran las siguientes tareas de mantenimiento :

- Observación visual del estado de las conexiones al inversor
- Asegurarse de que la temperatura es la adecuada para evitar posibles daños en los circuitos electrónicos.
- Control del funcionamiento de los indicadores.
- Comprobar la tensión a la entrada y la salida del inversor
- Comprobar posibles caídas de tensión entre los terminales
- Comprobación de que no existe ninguna alarma de mal funcionamiento en la instalación

4.3 Baterías

Las baterías son el elemento de la instalación solar fotovoltaica que mas mantenimiento requiere, debido a su composición química, pudiendo ser muy perjudicial para el resto de

dispositivos si no se lleva un buen mantenimiento de los elementos. A continuación se especifica algunas actividades que se deberán realizar para las baterías:

- Control del funcionamiento de la densidad del líquido electrolítico.
- Inspección visual de nivel de líquido de las baterías.
- Comprobación de las terminales, su conexionado y engrase.
- Comprobación de la estanqueidad de la batería.
- Medición de la temperatura dentro de la habitación.
- Comprobación de la ventilación.

4.4 Cableado y canalizaciones

Para realizar el plan de mantenimiento del cableado con el fin de su simplificación se estudiará por zonas:

Caja de protecciones AC:

- Comprobación del estado del aislamiento del cable.
- Comprobación de la correcta conexión del cableado en los bornes de conexión
Comprobación visual del buen estado de la caja de protección con el fin de conservar sus propiedades de estanqueidad
- Inspección visual de las señales de los cables y de las señales de advertencia.

Conexión entre módulos

- Comprobación del estado del aislamiento del cable
- Comprobación de la correcta conexión del cableado en los bornes de conexión
- Comprobación visual de que los módulos están correctamente conectados, de acuerdo con lo estipulado en el presente proyecto

Canalizaciones

- Comprobación del buen estado del conductor o canalizaciones
- Comprobar que los conductores no estén obstruidos por cuerpos extraños y de ser así eliminar esta obstrucción.
- Comprobar el buen aislamiento de los cables que circula por cada uno de ellos.

4.5 Protecciones

Las protecciones son otro punto clave de la instalación, debido a que un fallo en estos elementos puede provocar un daño en el material o poner en peligro la integridad de los usuarios de la instalación

Por tanto para evitar un fallo por parte de estos elementos se realizar las siguientes tareas preventivas:

- Control del buen funcionamiento de los interruptores
- Inspección visual del buen estado del conexionado
- Control del funcionamiento y de actuación de los elementos de seguridad y protecciones como fusibles, puesta a tierra e interruptores de seguridad
- Realización de pruebas en cada uno de los elementos de la instalación fotovoltaica, debido a que cada uno de ellos lleva incorporado una serie de protecciones

5. Impacto ambiental

El sector eléctrico es uno de los que más impactos ambientales provoca, por lo que es uno de los ámbitos más importantes a considerar a la hora de proteger el medio ambiente. Según el informe *Un modelo energético sostenible para España en 2050*, elaborado por Deloitte sobre el 40% de la generación en energética en España produce residuos contaminantes.

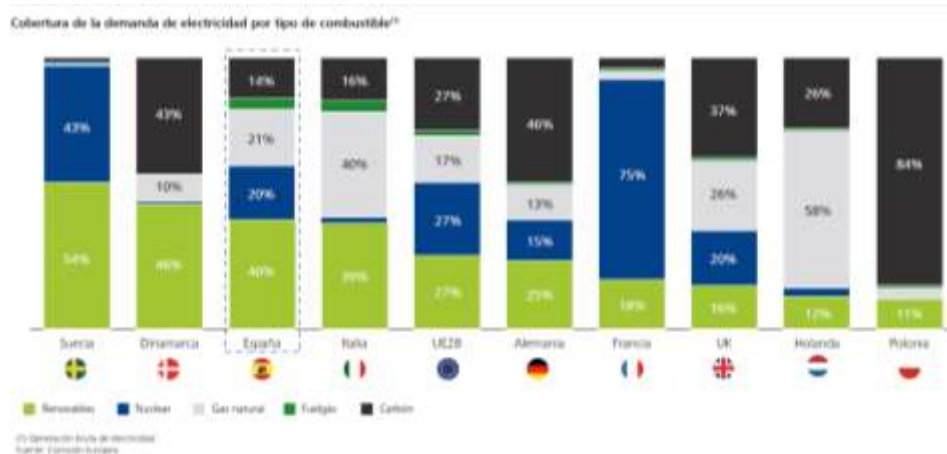


Ilustración 26: Gráfico comparativo tipos de combustibles empleados para la cobertura demanda eléctrica (Fuente : Informe Monitor Deloitte)

El impacto ambiental de una instalación fotovoltaica es muy bajo, dicho impacto se comprueba analizando los siguientes factores ambientales:

- misiones atmosféricas y residuos radiactivos:

No emite gases contaminantes ni residuos radiactivos a la atmósfera. Tiene efectos positivos sobre la atmósfera porque evita que se emitan grandes cantidades de gases contaminantes (CO₂, SO₂ y NO_x) y residuos radiactivos (baja, media y alta actividad) a la misma. Se puede calcular el ahorro anual de estas emisiones y residuos en esta instalación en función de los datos que brinda el Observatorio de la Electricidad WWF España (junio de 2016):

Dióxido de carbono CO₂: 0,137 kg / kWh

Dióxido de azufre SO₂: 0,273 kg / kWh

Óxidos de nitrógeno NO_x: 0,200 kg / kWh

Residuos radiactivos de baja y media actividad: 0,00264 cm³ / kWh

Residuos radiactivos de alta actividad: 0,322 mg / kWh

Según los cálculos del *capítulo 1.2 paneles fotovoltaicos del Anexo I* del presente proyecto, la estimación de la electricidad solar anual que se generará s en la localidad de menor producción estudiada es de 27900 kWh, por tanto para esta producción obtenemos ls siguientes datos:

El ahorro anual de dióxido de carbono CO₂ es de 3822,3 kg

El ahorro anual de dióxido de azufre SO₂ es de 7616,7 kg

El ahorro anual de óxidos de nitrógeno NO_x es de 5580 kg

El ahorro anual de residuos radiactivos de baja y media actividad es de 73,7 cm³

El ahorro anual de residuos radiactivos de alta actividad es de 8983,8 mg

- Ruido:

No produce ruido que cause molestias o daños al medio ambiente. Sólo se producen ruidos en la etapa de construcción de la instalación y en el inversor debido a su funcionamiento pero, en ningún caso es oído en un radio de 15 m.

- Impacto visual:

El impacto visual puede mitigarse ubicando de manera correcta la instalación fotovoltaica, y puesto que se ha estudiado una adecuada integración arquitectónica en la cubierta de la nave, se puede considerar que no hay impacto visual, si se entiende como impacto visual la afección del paisaje, puesto que la instalación se localiza en una nave situada en un polígono industrial.

- Impacto sobre el uso del suelo:

Al tratarse de un sistema fotovoltaico aislado móvil es necesario instalar la puesta a tierra en cada emplazamiento donde se ubique esta. La erosión será mínima en la fase de construcción, el único momento en el que se erosionara será a la hora de enterrar la puesta a tierra y en la fijación de los soportes que sustentan la instalación una vez instalada. Por tanto, el efecto de incremento en la erosión se considera muy bajo.

- Impacto asociado a la producción de desechos:

En la fase de eliminación, después de la vida útil, hay vías claras para la reutilización de los componentes para otras aplicaciones o la sustitución de estos y continuación del servicio.

Para finalizar, se considera que el principal impacto ambiental se produce en la extracción de la materia prima, ya que aunque la mayoría de las células fotovoltaicas se fabrican de silicio, material obtenido a partir de la arena y por tanto muy abundante en la naturaleza, es necesario transformarlo con consumo de energía hasta conseguir silicio de grado solar.

6. Estudio viabilidad económica de la instalación

Este punto se dedicará al cálculo del coste que supondrá la instalación solar descrita en el proyecto, para ello se calculará el presupuesto de la instalación, la rentabilidad y el periodo de recuperación, si es que hay.

Una vez obtenido el presupuesto de la instalación se procederá a realizar el análisis económico de la misma.

Para realizar un estudio más realista se ha tenido en cuenta el incremento del valor del dinero o inflación, que se ha estimado teniendo en cuenta el valor del Índice de Precios de Consumo Armonizado (IPCA) de 2016 (1,4%)

6.1 Ingresos

Los ingresos de la instalación provienen únicamente de la venta de energía eléctrica.

Se ha estimado que un 70% de las cargas serán cargas de un 25% o menos, un 25% de las cargas serán cargas de entre 25% y 50%, y finalmente un 5% serán cargas completas. Como la instalación está pensada para cargas de conveniencia o de socorro, se ha estimado que el mayor número de cargas serán las que sean menores de un 25%.

Se han tenido en cuenta para fijar los precios los siguientes escalones tarifarios:

- Carga menor de 25%: 0,9 €/kWh
- Carga entre 25% y 50%: 1,2 €/kWh
- Carga mayor del 50%: 1,7 €/kWh

Aunque en muchos modelos de mercado se incentiva el consumismo de modo que se reduce el coste de compra a aquellos clientes que mayor volumen de compra generen, esta instalación parte del caso opuesto.

Como se ha mencionado con anterioridad, el objetivo es el de ayudar a completar los trayectos a aquellos vehículos eléctricos que no dispongan de suficiente autonomía para determinados trayectos y todavía no haya instalado un punto de carga fijo en dichos trayectos. Por tanto el cliente objetivo es aquel que realiza este tipo de cargas y al que queremos facilitar el uso.

De este modo obtenemos la siguiente ecuación :

$$I = E_{gen} * \left(\frac{70}{100} * T_{PA} + \frac{25}{100} * T_{PB} + \frac{5}{100} * T_{PC} \right) \quad (1)$$

Donde:

- I = Ingresos generados sin considerar el incremento del valor del dinero [€]
- E_{gen} = Energía eléctrica media generada por día y mes. Cabe destacar que la energía generada no siempre será la misma, ya que, a medida que pasan los años, los componentes e van deteriorando.
- T_{PA} = Tarifa de precios A para aquellos vehículos que realicen cargas de hasta el 25% de la potencia total del vehículo eléctrico (0,9 €/kWh)
- T_{PB} = Tarifa de precios A para aquellos vehículos que realicen cargas de entre el 25% y el 50% de la potencia total del vehículo eléctrico (1,2 €/kWh)
- T_{PC} = Tarifa de precios A para aquellos vehículos que realicen cargas de más del 50% de la potencia total del vehículo eléctrico (1,7 €/kWh)

No obstante debemos tener en cuenta el incremento del precio del valor del dinero según el Índice de Precios de Consumo Armonizado (IPCA) considerado par el estudio. De donde se obtiene la siguiente ecuación:

$$I_n = E_{gen} * \left(\frac{70}{100} * T_{PA} + \frac{25}{100} * T_{PB} + \frac{5}{100} * T_{PC} \right) * (1 + 0,014)^n \quad (2)$$

Donde

- I_n = Ingresos generados en el año "n" considerando el incremento del valor del dinero [€]
- n = año de la instalación

6.2 Costes

Una vez se ha obtenido los beneficios esperados para cada año, se procederá a calcular el presupuesto total de la instalación.

Costes de instalación

Dadas las características de la instalación se ha estimado un tiempo de 25 h de trabajo para su instalación. Estas 25 horas incluyen la instalación de las puestas a tierra y el correcto posicionado de las estructura fotovoltaica.

Costes de instalación				
Articulo	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Precio total
Instalación (mano de obra. Un oficial de 1ª y dos ayudantes)	25	h.	70,00 €	1.800,00 €

Tabla 9. Coste montaje e instalación del semirremolque

Costes de mantenimiento

Para el cálculo del coste de mantenimiento se ha considerado un precio de 400 €/año teniendo en cuenta el posterior incremento de la moneda, de modo que se calculara a partir de la siguiente expresión:

$$C_{m\ n} = C_m * (1 + 0,014)^n \quad (3)$$

Donde:

- $C_{m\ n}$ = Costes de mantenimiento en el año "n" considerando el incremento del valor del dinero [€]
- C_m = Costes de mantenimiento para el primer año $n = 0$ [€]

Presupuesto

Para el cálculo del presupuesto se consideraran dos casos en función del origen de las baterías utilizadas. Como se ha comentado con anterioridad, se considera que una batería está en buenas condiciones mientras mantenga el 80% de su capacidad original. Por lo tanto, cuando

se habla de estimación de vida de la batería no se refiere a un fallo completo de la batería sino a una caída de la capacidad de esta, pudiendo seguir usándola durante más tiempo.

Caso A: En este se considerara que las baterías utilizadas son de primer uso y por tanto la capacidad de estas debe coincidir con la nominal. Se estimara una vida útil de las baterías de 20 años teniendo en cuenta que actualmente las baterías de litio llegan a vidas útiles de entre 10 - 15 años, y considerando que no debe remplazarse hasta que su capacidad alcance un valor del 50% del nominal o se dé un fallo de funcionamiento.

Para este caso se tendrá en cuenta una sustitución total de las baterías en el año $n = 20$ por el coste de 62.000 €

Equipos principales de la instalación				
Artículo	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Precio total
tráiler camión con sistema de refrigeración	1	Ud.	30.000,00 €	30.000,00 €
Paneles solares SHS 120-36P	150	Ud.	160,00 €	24.000,00 €
Baterías "48V300Ah" GoldenCell Electronics	32	Ud.	2.000,00 €	64.000,00 €
Inversor hibrido Zigor Solar "T3 75 W"	2	Ud.	20.000,00 €	40.000,00 €
Caja de protecciones AC	1	Ud.	80,00 €	80,00 €
Estructura paneles articulable	1	Ud.	20.000,00 €	20.000,00 €
Estación de recarga "RAPTION" CIRCUTOR	2	Ud.	25.800,00 €	51.600,00 €
Total equipos principales				229.680,00 €

Tabla 10. Coste de los principales componentes de la instalación en el Caso A

Caso B: Se emplearan baterías de segundo uso, es decir, se irá directamente a la fuente, los fabricantes de VE, y se emplearan las mismas baterías utilizadas para estos vehículos cuya capacidad no supere el 80% de la nominal. De este modo se quiere intentar reducir costes y generar un menor número de residuos intentando crear lo más parecido a un sistema.

Actualmente de los fabricantes sabemos que:

Potencia [kWh]	bateria	Pvp del recambio de la bateria [€]	Coste [€/kWh]	Fabricante
20		5200	260,0	Nissan
45		6080	135,1	Tesla
60		7600	126,7	Tesla
85		9200	108,2	Tesla

Tabla 11. Coste sustitución batería nueva por el fabricante de VE

Actualmente Tesla es uno de los fabricantes que está ofreciendo mejores precios €/kWh en la fabricación de VE, no obstante se espera para 2020 que todos los fabricantes ofrezcan precios alrededor de los 125€/kWh, o menos.

Por tanto se fijara este valor para el cálculo de la baterías a utilizar en nuestra instalación. Imaginemos que queremos comprar a un fabricante las baterías de un modelo de VE que incorpora una batería de 60kWh y que trabaja a 400V. La capacidad de esta batería será:

$$C_{VE60} = \frac{E_{VE}}{P_d * V_{batVE}} = \frac{60 kWh}{0,9 * 400 V} = 166,67 Ah \quad (4)$$

Donde:

- C_{VE60} = Capacidad nominal total requerida por las baterías [Ah]
- E_{VE} = Energía máxima que produce la instalación en un día [Wh]
- V_{batVE} = Voltaje de las baterías seleccionadas (en este caso el voltaje de la batería de un VE esta alrededor de los 400 V)
- P_d = Profundidad de descarga .

Ahora veamos la capacidad total de nuestra instalación que previamente se ha calculado en el "capítulo 1.3 Baterías" peor esta vez se hará el cálculo con la tensión considerada para las baterías de los VE.

$$C_n = \frac{E_{inst max} * N}{P_d * V_{batVE}} = \frac{111300 Wh * 3}{0,9 * 400 V} = 927,5 Ah \quad (5)$$

De este modo obtenemos la capacidad necesaria para nuestra instalación a partir de la cual podemos hacer una estimación del numero de baterías de VE que serian necesarias para una substitución sin perder prestaciones de almacenaje.

Para los cálculos consideraremos que la capacidad de las baterías empleadas oscilan entre un 50 y un 80% de su capacidad nominal. por tanto se ha considerado un rendimiento medio del 65% para los cálculos. De este modo obtenemos que :

$$C_{VE60,2a} = \frac{E_{VE}}{P_d * V_{batVE}} * 0,65 = \frac{60 kWh}{0,9 * 400 V} * 0,65 = 108,33 Ah \quad (6)$$

A partir de este cálculo podemos estimar el nº de baterías necesarias si empleamos baterías de segundo uso.

$$n^{\circ} bat_{VE60,2a} = \frac{C_n}{C_{VE60,2a}} = \frac{927,5 Ah}{108,33 Ah} = 8,56 \cong 9 baterias VE_{2a} paralelo \quad (7)$$

Suponiendo que trabajamos con Tesla, y es él quien nos suministra las baterías de 2o uso, partimos de un precio máximo de las baterías de 7600€ entregando nuestra antigua batería

(esto actualmente, es posible que para dentro de unos pocos años este valor se haya reducido considerablemente).

Dado que nuestra instalación no quiere hacer uso de baterías nuevas se estima que el precio al que conseguiremos las baterías está por debajo del precio de sustitución de estas. Para el cálculo consideraremos que el precio de la batería de segundo uso es del 60 % del precio de sustitución por una pieza nueva.

Equipos principales de la instalación - Caso B				
Artículo	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Precio total
trailer camion con sistema de refrigeració	1	Ud.	30.000,00 €	30.000,00 €
Paneles solares SHS 120-36P	150	Ud.	160,00 €	24.000,00 €
Baterias VE 2a uso	9	Ud.	4.560,00 €	41.040,00 €
Inversor hibrido Zigor Solar "T3 75 W"	2	Ud.	20.000,00 €	40.000,00 €
Caja de protecciones AC	1	Ud.	80,00 €	80,00 €
Estructura paneles articulable	1	Ud.	20.000,00 €	20.000,00 €
Estacion de recarga "RAPTION" CIRCUTOR	2	Ud.	25.800,00 €	51.600,00 €
Total equipos principales				206.720,00 €

Tabla 12. Coste de los principales componentes de la instalación en el Caso B

Para este escenario la sustitución de las baterías se realizara una vez cada 10 años .

Los demás costes de la instalación se detallan a continuación y serán los mismo para el escenario en el caso A y el caso B descritos.

Cableado, tubos y conexionado				
Artículo	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Precio total
Conductores CA				
Cable RV-K 0,6/1kV cobre s= 50 mm2 (Inversor hibrido - Caja de protecciones AC)	10	m	7,45 €	74,50 €
Cable RV-K 0,6/1kV cobre s= 10 mm2 (Caja de protecciones AC - Estación de Recarga 1)	10	m	1,34 €	13,40 €
Cable RV-K 0,6/1kV cobre s= 10 mm2 (Caja de protecciones AC - Estación de Recarga 2)	10	m	1,34 €	13,40 €
Conductores CC				
Circ. CC compuesto por dos conductores de cobre unipolar 1x10 mm2 de sección, tipo ZZ-F, tension 1,8 kV, bajo tubo PVC Ø 25 mm, incluido p.p regletas, ángulos, cajas de registro y accesorios de montaje. (Módulos fotovoltaicos - Inversor hibrido)	40	m	3,82 €	152,80 €

Circ. CC compuesto por dos conductores de cobre unipolar 1x120 mm ² de sección, tipo ZZ-F, tensión 1,8 kV, bajo tubo PVC Ø 25 mm, incluido p.p regletas, ángulos, cajas de registro y accesorios de montaje. (Baterías - Inversor híbrido)	10	m	32,08 €	320,80 €
Conductores de protección				
Conductor para protección de cobre s = 10 mm ² (Módulos fotovoltaicos - Inversor híbrido)	40	m	1,34 €	53,60 €
Conductor para protección de cobre s = 10 mm ² (Caja de protecciones AC - Estación de Recarga 1)	10	m	1,34 €	13,40 €
Conductor para protección de cobre s = 10 mm ² (Caja de protecciones AC - Estación de Recarga 2)	10	m	1,34 €	13,40 €
Total Cableado, tubos y conexionado				655,30 €

Tabla 13. Coste del cableado, tubos y conexionado

Puesta a tierra y protecciones				
Artículo	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Precio total
Puesta a tierra				
Pica de puesta a tierra de acero galvanizado con Ø 14,6 mm y 2000 mm de longitud.	2	Ud.	8,95 €	17,90 €
Conductor de cobre desnudo 50 mm ² para la puesta a tierra	20	m	5,79 €	115,80 €
Grapa toma de tierra 50 mm ² , pequeño material y piezas	2	Ud.	4,20 €	8,40 €
Protecciones - fusibles				
fusible + base portafusibles 45A/10kA (Módulos fotovoltaicos - Inversor híbrido)	1	Ud.	41,00 €	41,00 €
fusible + base portafusibles 195A/150kA (Baterías - Inversor híbrido)	1	Ud.	66,90 €	66,90 €
Protecciones - Magnetotérmicos				
Interruptor magnetotérmico 125A/50kA (Inversor híbrido - Caja de protecciones AC)	1	Ud.	469,00 €	469,00 €
Interruptor magnetotérmico 45A/10kA (Caja de protecciones AC - Receptores AC)	2	Ud.	7,11 €	14,22 €

Protecciones - Diferencial				
Interruptor Diferencial 125A (Inversor híbrido - Caja de protecciones AC)	1	Ud.	214,90 €	214,90 €
Interruptor Diferencial 45A (Caja de protecciones AC - Receptores AC)	2	Ud.	88,12 €	176,24 €
Total puesta a tierra y protecciones				1.124,36 €

Tabla 14. Coste de los componentes de protección y puesta a tierra

7.3 Rentabilidad de la instalación

Para saber si la instalación es rentable, una vez conocido el precio total de la instalación y el mantenimiento que se hará, se ha elaborado una tabla Excel donde se estimación de la evolución económica de la instalación.

Para ello se calcularan el VAN, el parámetro más conocido en el sector de la economía, el cual ayuda a estimar si una instalación llegará a ser rentable o no.

Calculo del VAN

El valor actual neto, también conocido como valor actualizado neto o valor presente neto (en inglés net present value), cuyo acrónimo es VAN (en inglés, NPV), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja (cash-flow) futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido será el valor actual neto del proyecto.

El método de valor presente es uno de los criterios económicos mas ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en crear la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que generará el proyector y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1 - K)^j} - I_0 \quad (8)$$

Donde:

- FC_j = Representa el valor de ls flujos de caja para cada periodo "j"
- I_0 = Es el valor del desembolso inicial de la inversión
- n = es el numero de períodos considerados, en nuestro caso es de 25 años
- K = Es el valor del tipo de interés

Valor	Significado	Decisión a tomar
VAN > 0	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto puede aceptarse
VAN < 0	La inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto debería rechazarse
VAN = 0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida (r), la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores.

Tabla 15. Significado valor del VAN

Para los escenarios estudiados se ha considerado el préstamo del 100% del coste de la instalación con un interés del 5% y se han obtenido los resultados que se muestran a continuación:

Caso A - Barcelona

Año	Energía generada [kWh]	Ingresos escalon A [€]	Ingresos escalon B [€]	Ingresos escalon C [€]	Ingresos totales [€]	Costes de mantenimiento	Costes instalación	Flujo de caja no actualizado	Ganancias	VAN [€]	Presupuesto	TIR
1	27900	12.303,90 €	8.370,00 €	2.371,50 €	23.045,40 €	400,00 €	1.800,00 €	20.845,40 €	- 209.154,60 €	- 210.147,24 €	230.000,00 €	10%
2	27760,5	12.413,77 €	8.444,74 €	2.392,68 €	23.251,20 €	405,60 €		22.845,60 €	22.845,60 €	- 189.425,61 €		
3	27621,6975	12.524,63 €	8.520,16 €	2.414,04 €	23.458,83 €	411,28 €		23.047,55 €	23.047,55 €	- 169.516,27 €		
4	27483,589	12.636,47 €	8.596,24 €	2.435,60 €	23.668,32 €	417,04 €		23.251,28 €	23.251,28 €	- 150.387,38 €		
5	27346,1711	12.749,32 €	8.673,01 €	2.457,35 €	23.879,67 €	422,87 €		23.456,80 €	23.456,80 €	- 132.008,37 €		
6	27209,4402	12.863,17 €	8.750,46 €	2.479,30 €	24.092,92 €	428,80 €	1.800,00 €	21.864,12 €	21.864,12 €	- 115.693,02 €		
7	27073,393	12.978,04 €	8.828,60 €	2.501,44 €	24.308,07 €	434,80 €		23.873,27 €	23.873,27 €	- 98.726,73 €		
8	26938,026	13.093,93 €	8.907,44 €	2.523,77 €	24.525,14 €	440,89 €		24.084,25 €	24.084,25 €	- 82.425,56 €		
9	26803,3359	13.210,86 €	8.986,98 €	2.546,31 €	24.744,15 €	447,06 €		24.297,09 €	24.297,09 €	- 66.763,44 €		
10	26669,3192	13.328,83 €	9.067,23 €	2.569,05 €	24.965,12 €	453,32 €		24.511,80 €	24.511,80 €	- 51.715,32 €		
11	26535,9726	13.447,86 €	9.148,20 €	2.591,99 €	25.188,05 €	459,66 €	1.800,00 €	22.928,39 €	22.928,39 €	- 38.309,57 €		
12	26403,2928	13.567,95 €	9.229,90 €	2.615,14 €	25.412,98 €	466,10 €		24.946,88 €	24.946,88 €	- 24.418,21 €		
13	26271,2763	13.689,11 €	9.312,32 €	2.638,49 €	25.639,92 €	472,62 €		25.167,30 €	25.167,30 €	- 11.071,45 €		
14	26139,9199	13.811,35 €	9.395,48 €	2.662,05 €	25.868,89 €	479,24 €		25.389,64 €	25.389,64 €	- 1.752,04 €		
15	26009,2203	13.934,69 €	9.479,38 €	2.685,82 €	26.099,89 €	485,95 €		25.613,94 €	25.613,94 €	14.072,79 €		
16	25879,1742	14.059,13 €	9.564,03 €	2.709,81 €	26.332,97 €	492,75 €	1.800,00 €	24.040,21 €	24.040,21 €	25.085,89 €		
17	25749,7784	14.184,67 €	9.649,44 €	2.734,01 €	26.568,12 €	499,65 €		26.068,47 €	26.068,47 €	36.459,47 €		
18	25621,0295	14.311,34 €	9.735,61 €	2.758,42 €	26.805,37 €	506,65 €		26.298,73 €	26.298,73 €	47.387,14 €		
19	25492,9243	14.439,14 €	9.822,55 €	2.783,05 €	27.044,75 €	513,74 €		26.531,01 €	26.531,01 €	57.886,36 €		
20	25365,4597	14.568,09 €	9.910,26 €	2.807,91 €	27.286,25 €	520,93 €		26.765,32 €	26.765,32 €	67.973,93 €		
21	25238,6324	14.698,18 €	9.998,76 €	2.832,98 €	27.529,92 €	528,23 €	65.800,00 €	38.798,30 €	38.798,30 €	54.047,57 €		
22	25112,4392	14.829,43 €	10.088,05 €	2.858,28 €	27.775,76 €	535,62 €		27.240,14 €	27.240,14 €	63.359,61 €		
23	24986,877	14.961,86 €	10.178,14 €	2.883,81 €	28.023,80 €	543,12 €		27.480,68 €	27.480,68 €	72.306,53 €		
24	24861,9427	15.095,47 €	10.269,03 €	2.909,56 €	28.274,05 €	550,72 €		27.723,33 €	27.723,33 €	80.902,65 €		
25	24737,6329	15.230,27 €	10.360,73 €	2.935,54 €	28.526,54 €	558,43 €		27.968,11 €	27.968,11 €	89.161,71 €		

Caso A - Madrid

Año	Energía generada [kWh]	Ingresos escalon A [€]	Ingresos escalon B [€]	Ingresos escalon C [€]	Ingresos totales [€]	Costes de mantenimiento	Costes instalación	Flujo de caja no actualizado	Ganancias	VAN [€]	Presupuesto	TIR
1	28650	12.634,65 €	8.595,00 €	2.435,25 €	23.664,90 €	400,00 €	1.800,00 €	21.464,90 €	- 208.535,10 €	- 208.535,10 €	230.000,00 €	10%
2	28506,75	12.747,48 €	8.671,75 €	2.457,00 €	23.876,23 €	405,60 €		23.470,63 €	23.470,63 €	- 187.246,55 €		
3	28364,2163	12.861,31 €	8.749,19 €	2.478,94 €	24.089,44 €	411,28 €		23.678,16 €	23.678,16 €	- 166.792,46 €		
4	28222,3952	12.976,16 €	8.827,32 €	2.501,07 €	24.304,56 €	417,04 €		23.887,52 €	23.887,52 €	- 147.140,14 €		
5	28081,2832	13.092,04 €	8.906,15 €	2.523,41 €	24.521,60 €	422,87 €		24.098,73 €	24.098,73 €	- 128.258,15 €		
6	27940,8768	13.208,95 €	8.985,68 €	2.545,94 €	24.740,58 €	428,80 €	1.800,00 €	22.511,78 €	22.511,78 €	- 111.459,51 €		
7	27801,1724	13.326,91 €	9.065,92 €	2.568,68 €	24.961,51 €	434,80 €		24.526,71 €	24.526,71 €	- 94.028,84 €		
8	27662,1665	13.445,92 €	9.146,88 €	2.591,62 €	25.184,42 €	440,89 €		24.743,53 €	24.743,53 €	- 77.281,44 €		
9	27523,8557	13.565,99 €	9.228,56 €	2.614,76 €	25.409,32 €	447,06 €		24.962,26 €	24.962,26 €	- 61.190,54 €		
10	27386,2364	13.687,13 €	9.310,98 €	2.638,11 €	25.636,22 €	453,32 €		25.182,90 €	25.182,90 €	- 45.730,43 €		
11	27249,3052	13.809,36 €	9.394,12 €	2.661,67 €	25.865,15 €	459,66 €	1.800,00 €	23.605,49 €	23.605,49 €	- 31.928,79 €		
12	27113,0587	13.932,68 €	9.478,01 €	2.685,44 €	26.096,13 €	466,10 €		25.630,03 €	25.630,03 €	- 17.657,03 €		
13	26977,4934	14.057,10 €	9.562,65 €	2.709,42 €	26.329,17 €	472,62 €		25.856,54 €	25.856,54 €	- 3.944,75 €		
14	26842,606	14.182,63 €	9.648,05 €	2.733,61 €	26.564,29 €	479,24 €		26.085,05 €	26.085,05 €	9.229,97 €		
15	26708,3929	14.309,28 €	9.734,20 €	2.758,02 €	26.801,50 €	485,95 €		26.315,55 €	26.315,55 €	21.888,20 €		
16	26574,851	14.437,06 €	9.821,13 €	2.782,55 €	27.040,84 €	492,75 €	1.800,00 €	24.748,09 €	24.748,09 €	33.225,59 €		
17	26441,9767	14.565,98 €	9.908,83 €	2.807,50 €	27.282,32 €	499,65 €		26.782,67 €	26.782,67 €	44.910,77 €		
18	26309,7668	14.696,06 €	9.997,32 €	2.832,57 €	27.525,95 €	506,65 €		27.019,30 €	27.019,30 €	56.137,85 €		
19	26178,218	14.827,29 €	10.086,59 €	2.857,87 €	27.771,75 €	513,74 €		27.258,01 €	27.258,01 €	66.924,77 €		
20	26047,3269	14.959,70 €	10.176,67 €	2.883,39 €	28.019,76 €	520,93 €		27.498,82 €	27.498,82 €	77.288,79 €		
21	25917,0903	15.093,29 €	10.267,54 €	2.909,14 €	28.269,97 €	528,23 €	65.800,00 €	- 38.058,25 €	- 38.058,25 €	63.628,07 €		
22	25787,5048	15.228,07 €	10.359,23 €	2.935,12 €	28.522,42 €	535,62 €		27.986,80 €	27.986,80 €	73.195,36 €		
23	25658,5673	15.364,06 €	10.451,74 €	2.961,33 €	28.777,13 €	543,12 €		28.234,01 €	28.234,01 €	82.387,54 €		
24	25530,2744	15.501,26 €	10.545,08 €	2.987,77 €	29.034,11 €	550,72 €		28.483,39 €	28.483,39 €	91.219,33 €		
25	25402,6231	15.639,69 €	10.639,24 €	3.014,45 €	29.293,38 €	558,43 €		28.734,95 €	28.734,95 €	99.704,84 €		

Caso A - Sevilla

Año	Energía generada [kWh]	Ingresos escalon A [€]	Ingresos escalon B [€]	Ingresos escalon C [€]	Ingresos totales [€]	Costes de mantenimiento	Costes instalación	Flujo de caja no actualizado	Ganancias	VAN [€]	Presupuesto	TIR
1	29250	12.899,25 €	8.775,00 €	2.486,25 €	24.160,50 €	400,00 €	1.800,00 €	21.960,50 €	- 208.039,50 €	- 208.039,50 €	230.000,00 €	11%
2	29103,75	13.014,44 €	8.853,36 €	2.508,45 €	24.376,25 €	405,60 €		23.970,65 €	23.970,65 €	- 186.297,41 €		
3	28958,2313	13.130,66 €	8.932,42 €	2.530,85 €	24.593,93 €	411,28 €		24.182,65 €	24.182,65 €	- 165.407,52 €		
4	28813,4401	13.247,92 €	9.012,19 €	2.553,45 €	24.813,56 €	417,04 €		24.396,52 €	24.396,52 €	- 145.336,45 €		
5	28669,3729	13.366,22 €	9.092,67 €	2.576,26 €	25.035,14 €	422,87 €		24.612,27 €	24.612,27 €	- 126.052,09 €		
6	28526,026	13.485,58 €	9.173,86 €	2.599,26 €	25.258,71 €	428,80 €	1.800,00 €	23.029,91 €	23.029,91 €	- 108.866,82 €		
7	28383,3959	13.606,01 €	9.255,79 €	2.622,47 €	25.484,27 €	434,80 €		25.049,47 €	25.049,47 €	- 91.064,63 €		
8	28241,4789	13.727,51 €	9.338,44 €	2.645,89 €	25.711,84 €	440,89 €		25.270,96 €	25.270,96 €	- 73.960,25 €		
9	28100,2715	13.850,09 €	9.421,83 €	2.669,52 €	25.941,45 €	447,06 €		25.494,39 €	25.494,39 €	- 57.526,34 €		
10	27959,7702	13.973,78 €	9.505,97 €	2.693,36 €	26.173,10 €	453,32 €		25.719,79 €	25.719,79 €	- 41.736,62 €		
11	27819,9713	14.098,56 €	9.590,86 €	2.717,41 €	26.406,83 €	459,66 €	1.800,00 €	24.147,17 €	24.147,17 €	- 27.618,27 €		
12	27680,3715	14.224,46 €	9.676,50 €	2.741,68 €	26.642,64 €	466,10 €		26.176,55 €	26.176,55 €	- 13.042,19 €		
13	27542,4671	14.351,49 €	9.762,92 €	2.766,16 €	26.880,56 €	472,62 €		26.407,94 €	26.407,94 €	962,50 €		
14	27404,7548	14.479,65 €	9.850,10 €	2.790,86 €	27.120,61 €	479,24 €		26.641,37 €	26.641,37 €	14.418,20 €		
15	27267,731	14.608,95 €	9.938,06 €	2.815,78 €	27.362,79 €	485,95 €		26.876,84 €	26.876,84 €	27.346,42 €		
16	27131,3923	14.739,41 €	10.026,81 €	2.840,93 €	27.607,14 €	492,75 €	1.800,00 €	25.314,39 €	25.314,39 €	38.943,24 €		
17	26995,7354	14.871,03 €	10.116,35 €	2.866,30 €	27.853,67 €	499,65 €		27.354,02 €	27.354,02 €	50.877,70 €		
18	26860,7567	15.003,83 €	10.206,69 €	2.891,89 €	28.102,41 €	506,65 €		27.595,76 €	27.595,76 €	62.344,31 €		
19	26726,4529	15.137,81 €	10.297,83 €	2.917,72 €	28.353,36 €	513,74 €		27.839,62 €	27.839,62 €	73.361,40 €		
20	26592,8207	15.272,99 €	10.389,79 €	2.943,77 €	28.606,56 €	520,93 €		28.085,63 €	28.085,63 €	83.946,57 €		
21	26459,8565	15.409,38 €	10.482,57 €	2.970,06 €	28.862,01 €	528,23 €	65.800,00 €	- 37.466,21 €	- 37.466,21 €	70.498,36 €		
22	26327,5573	15.546,99 €	10.576,18 €	2.996,58 €	29.119,75 €	535,62 €		28.584,13 €	28.584,13 €	80.269,85 €		
23	26195,9195	15.685,82 €	10.670,63 €	3.023,34 €	29.379,79 €	543,12 €		28.836,67 €	28.836,67 €	89.658,24 €		
24	26064,9399	15.825,90 €	10.765,92 €	3.050,34 €	29.642,15 €	550,72 €		29.091,43 €	29.091,43 €	98.678,56 €		
25	25934,6152	15.967,22 €	10.862,05 €	3.077,58 €	29.906,86 €	558,43 €		29.348,42 €	29.348,42 €	107.345,23 €		

Caso A - Comparativa VAN acumulado

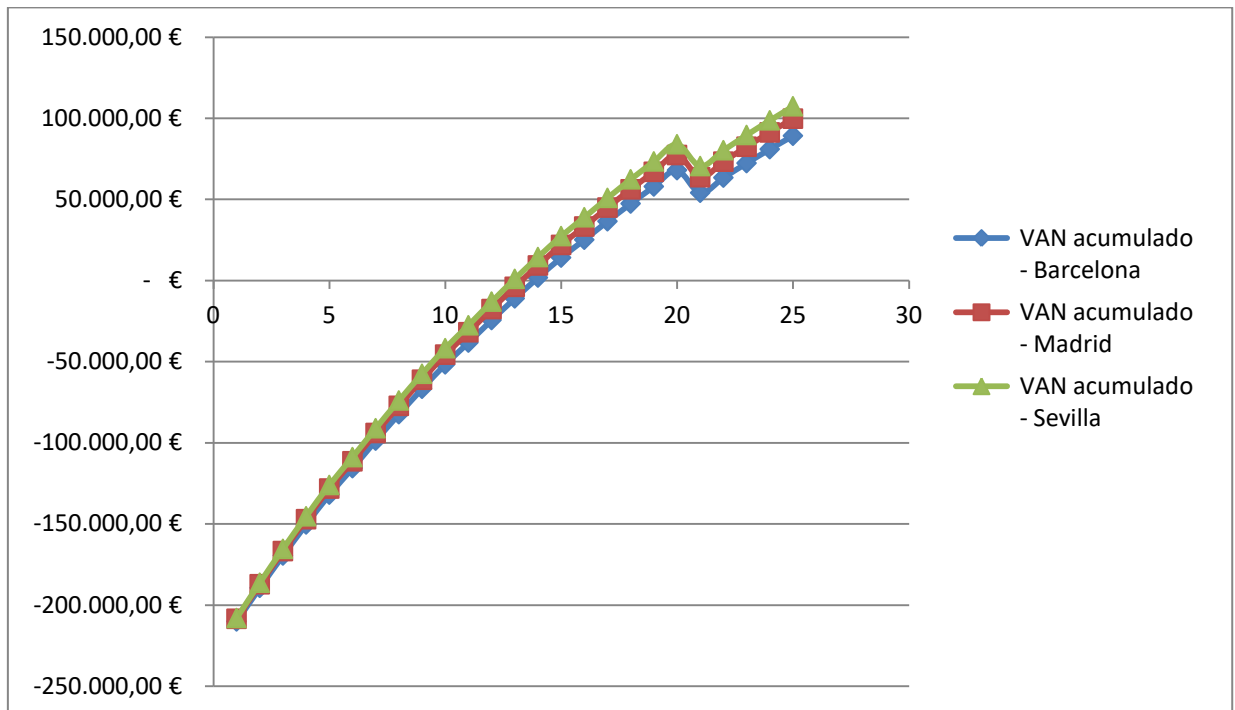


Grafico 1. Comparativa VAN acumulado en el Caso A

Caso A - Comparativa Ganancias por año

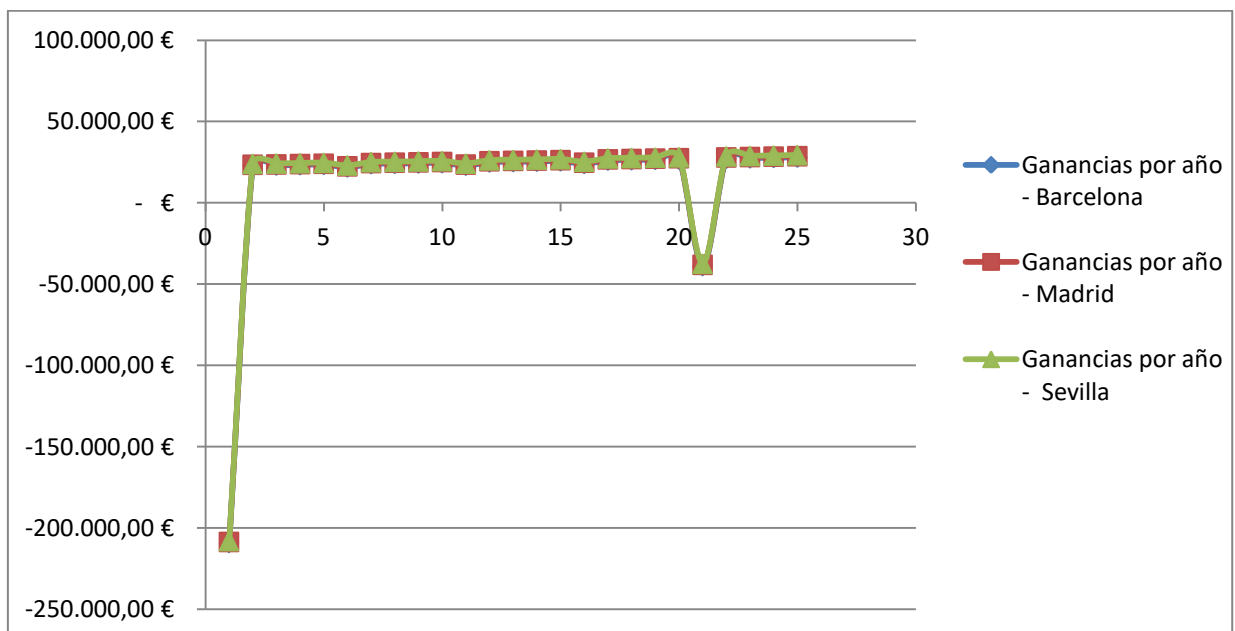


Grafico 2. Comparativa ganancias por año en el Caso A

Caso B - Barcelona

Año	Energía generada [kWh]	Ingresos escalon A [€]	Ingresos escalon B [€]	Ingresos escalon C [€]	Ingresos totales [€]	Costes de mantenimiento	Costes instalación	Flujo de caja no actualizado	Ganancias	VAN [€]	Presupuesto	TIR
1	27900	12.303,90 €	8.370,00 €	2.371,50 €	23.045,40 €	400,00 €	1.800,00 €	20.845,40 €	- 189.154,60 €	- 190.147,24 €	210.000,00 €	10%
2	27760,5	12.413,77 €	8.444,74 €	2.392,68 €	23.251,20 €	405,60 €		22.845,60 €	22.845,60 €	- 169.425,61 €		
3	27621,6975	12.524,63 €	8.520,16 €	2.414,04 €	23.458,83 €	411,28 €		23.047,55 €	23.047,55 €	- 149.516,27 €		
4	27483,589	12.636,47 €	8.596,24 €	2.435,60 €	23.668,32 €	417,04 €		23.251,28 €	23.251,28 €	- 130.387,38 €		
5	27346,1711	12.749,32 €	8.673,01 €	2.457,35 €	23.879,67 €	422,87 €		23.456,80 €	23.456,80 €	- 112.008,37 €		
6	27209,4402	12.863,17 €	8.750,46 €	2.479,30 €	24.092,92 €	428,80 €	1.800,00 €	21.864,12 €	21.864,12 €	- 95.693,02 €		
7	27073,393	12.978,04 €	8.828,60 €	2.501,44 €	24.308,07 €	434,80 €		23.873,27 €	23.873,27 €	- 78.726,73 €		
8	26938,026	13.093,93 €	8.907,44 €	2.523,77 €	24.525,14 €	440,89 €		24.084,25 €	24.084,25 €	- 62.425,56 €		
9	26803,3359	13.210,86 €	8.986,98 €	2.546,31 €	24.744,15 €	447,06 €		24.297,09 €	24.297,09 €	- 46.763,44 €		
10	26669,3192	13.328,83 €	9.067,23 €	2.569,05 €	24.965,12 €	453,32 €		24.511,80 €	24.511,80 €	- 31.715,32 €		
11	26535,9726	13.447,86 €	9.148,20 €	2.591,99 €	25.188,05 €	459,66 €	42.840,00 €	18.111,61 €	18.111,61 €	- 42.304,80 €		
12	26403,2928	13.567,95 €	9.229,90 €	2.615,14 €	25.412,98 €	466,10 €		24.946,88 €	24.946,88 €	- 28.413,45 €		
13	26271,2763	13.689,11 €	9.312,32 €	2.638,49 €	25.639,92 €	472,62 €		25.167,30 €	25.167,30 €	- 15.066,69 €		
14	26139,9199	13.811,35 €	9.395,48 €	2.662,05 €	25.868,89 €	479,24 €		25.389,64 €	25.389,64 €	- 2.243,19 €		
15	26009,2203	13.934,69 €	9.479,38 €	2.685,82 €	26.099,89 €	485,95 €		25.613,94 €	25.613,94 €	10.077,55 €		
16	25879,1742	14.059,13 €	9.564,03 €	2.709,81 €	26.332,97 €	492,75 €	1.800,00 €	24.040,21 €	24.040,21 €	21.090,65 €		
17	25749,7784	14.184,67 €	9.649,44 €	2.734,01 €	26.568,12 €	499,65 €		26.068,47 €	26.068,47 €	32.464,24 €		
18	25621,0295	14.311,34 €	9.735,61 €	2.758,42 €	26.805,37 €	506,65 €		26.298,73 €	26.298,73 €	43.391,90 €		
19	25492,9243	14.439,14 €	9.822,55 €	2.783,05 €	27.044,75 €	513,74 €		26.531,01 €	26.531,01 €	53.891,12 €		
20	25365,4597	14.568,09 €	9.910,26 €	2.807,91 €	27.286,25 €	520,93 €		26.765,32 €	26.765,32 €	63.978,69 €		
21	25238,6324	14.698,18 €	9.998,76 €	2.832,98 €	27.529,92 €	528,23 €	42.840,00 €	15.838,30 €	- 15.838,30 €	58.293,65 €		
22	25112,4392	14.829,43 €	10.088,05 €	2.858,28 €	27.775,76 €	535,62 €		27.240,14 €	27.240,14 €	67.605,69 €		
23	24986,877	14.961,86 €	10.178,14 €	2.883,81 €	28.023,80 €	543,12 €		27.480,68 €	27.480,68 €	76.552,61 €		
24	24861,9427	15.095,47 €	10.269,03 €	2.909,56 €	28.274,05 €	550,72 €		27.723,33 €	27.723,33 €	85.148,73 €		
25	24737,6329	15.230,27 €	10.360,73 €	2.935,54 €	28.526,54 €	558,43 €		27.968,11 €	27.968,11 €	93.407,79 €		

Caso B - Madrid

Año	Energía generada [kWh]	Ingresos escalon A [€]	Ingresos escalon B [€]	Ingresos escalon C [€]	Ingresos totales [€]	Costes de mantenimiento	Costes instalación	Flujo de caja no actualizado	Ganancias	VAN [€]	Presupuesto	TIR
1	28650	12.634,65 €	8.595,00 €	2.435,25 €	23.664,90 €	400,00 €	1.800,00 €	21.464,90 €	- 188.535,10 €	- 188.535,10 €	210.000,00 €	11%
2	28506,75	12.747,48 €	8.671,75 €	2.457,00 €	23.876,23 €	405,60 €		23.470,63 €	23.470,63 €	- 167.246,55 €		
3	28364,2163	12.861,31 €	8.749,19 €	2.478,94 €	24.089,44 €	411,28 €		23.678,16 €	23.678,16 €	- 146.792,46 €		
4	28222,3952	12.976,16 €	8.827,32 €	2.501,07 €	24.304,56 €	417,04 €		23.887,52 €	23.887,52 €	- 127.140,14 €		
5	28081,2832	13.092,04 €	8.906,15 €	2.523,41 €	24.521,60 €	422,87 €		24.098,73 €	24.098,73 €	- 108.258,15 €		
6	27940,8768	13.208,95 €	8.985,68 €	2.545,94 €	24.740,58 €	428,80 €	1.800,00 €	22.511,78 €	22.511,78 €	- 91.459,51 €		
7	27801,1724	13.326,91 €	9.065,92 €	2.568,68 €	24.961,51 €	434,80 €		24.526,71 €	24.526,71 €	- 74.028,84 €		
8	27662,1665	13.445,92 €	9.146,88 €	2.591,62 €	25.184,42 €	440,89 €		24.743,53 €	24.743,53 €	- 57.281,44 €		
9	27523,8557	13.565,99 €	9.228,56 €	2.614,76 €	25.409,32 €	447,06 €		24.962,26 €	24.962,26 €	- 41.190,54 €		
10	27386,2364	13.687,13 €	9.310,98 €	2.638,11 €	25.636,22 €	453,32 €		25.182,90 €	25.182,90 €	- 25.730,43 €		
11	27249,3052	13.809,36 €	9.394,12 €	2.661,67 €	25.865,15 €	459,66 €	42.840,00 €	17.434,51 €	17.434,51 €	- 35.924,02 €		
12	27113,0587	13.932,68 €	9.478,01 €	2.685,44 €	26.096,13 €	466,10 €		25.630,03 €	25.630,03 €	- 21.652,26 €		
13	26977,4934	14.057,10 €	9.562,65 €	2.709,42 €	26.329,17 €	472,62 €		25.856,54 €	25.856,54 €	- 7.939,99 €		
14	26842,606	14.182,63 €	9.648,05 €	2.733,61 €	26.564,29 €	479,24 €		26.085,05 €	26.085,05 €	5.234,73 €		
15	26708,3929	14.309,28 €	9.734,20 €	2.758,02 €	26.801,50 €	485,95 €		26.315,55 €	26.315,55 €	17.892,96 €		
16	26574,851	14.437,06 €	9.821,13 €	2.782,65 €	27.040,84 €	492,75 €	1.800,00 €	24.748,09 €	24.748,09 €	29.230,35 €		
17	26441,9767	14.565,98 €	9.908,83 €	2.807,50 €	27.282,32 €	499,65 €		26.782,67 €	26.782,67 €	40.915,54 €		
18	26309,7668	14.696,06 €	9.997,32 €	2.832,57 €	27.525,95 €	506,65 €		27.019,30 €	27.019,30 €	52.142,61 €		
19	26178,218	14.827,29 €	10.086,59 €	2.857,87 €	27.771,75 €	513,74 €		27.258,01 €	27.258,01 €	62.929,54 €		
20	26047,3269	14.959,70 €	10.176,67 €	2.883,39 €	28.019,76 €	520,93 €		27.498,82 €	27.498,82 €	73.293,55 €		
21	25917,0903	15.093,29 €	10.267,54 €	2.909,14 €	28.269,97 €	528,23 €	42.840,00 €	15.098,25 €	15.098,25 €	67.874,15 €		
22	25787,5048	15.228,07 €	10.359,23 €	2.935,12 €	28.522,42 €	535,62 €		27.986,80 €	27.986,80 €	77.441,44 €		
23	25658,5673	15.364,06 €	10.451,74 €	2.961,33 €	28.777,13 €	543,12 €		28.234,01 €	28.234,01 €	86.633,62 €		
24	25530,2744	15.501,26 €	10.545,08 €	2.987,77 €	29.034,11 €	550,72 €		28.483,39 €	28.483,39 €	95.465,40 €		
25	25402,6231	15.639,69 €	10.639,24 €	3.014,45 €	29.293,38 €	558,43 €		28.734,95 €	28.734,95 €	103.950,91 €		

Caso B - Sevilla

Año	Energía generada [kWh]	Ingresos escalon A [€]	Ingresos escalon B [€]	Ingresos escalon C [€]	Ingresos totales [€]	Costes de mantenimiento	Costes instalación	Flujo de caja no actualizado	Ganancias	VAN [€]	Presupuesto	TIR
1	29250	12.899,25 €	8.775,00 €	2.486,25 €	24.160,50 €	400,00 €	1.800,00 €	21.960,50 €	- 188.039,50 €	- 188.039,50 €	210.000,00 €	11%
2	29103,75	13.014,44 €	8.853,36 €	2.508,45 €	24.376,25 €	405,60 €		23.970,65 €	23.970,65 €	- 166.297,41 €		
3	28958,2313	13.130,66 €	8.932,42 €	2.530,85 €	24.593,93 €	411,28 €		24.182,65 €	24.182,65 €	- 145.407,52 €		
4	28813,4401	13.247,92 €	9.012,19 €	2.553,45 €	24.813,56 €	417,04 €		24.396,52 €	24.396,52 €	- 125.336,45 €		
5	28669,3729	13.366,22 €	9.092,67 €	2.576,26 €	25.035,14 €	422,80 €		24.612,27 €	24.612,27 €	- 106.052,09 €		
6	28526,026	13.485,58 €	9.173,86 €	2.599,26 €	25.258,71 €	428,80 €	1.800,00 €	23.029,91 €	23.029,91 €	- 88.866,82 €		
7	28383,3959	13.606,01 €	9.255,79 €	2.622,47 €	25.484,27 €	434,80 €		25.049,47 €	25.049,47 €	- 71.064,63 €		
8	28241,4789	13.727,51 €	9.338,44 €	2.645,89 €	25.711,84 €	440,89 €		25.270,96 €	25.270,96 €	- 53.960,25 €		
9	28100,2715	13.850,09 €	9.421,83 €	2.669,52 €	25.941,45 €	447,06 €		25.494,39 €	25.494,39 €	- 37.526,34 €		
10	27959,7702	13.973,78 €	9.505,97 €	2.693,36 €	26.173,10 €	453,32 €		25.719,79 €	25.719,79 €	- 21.736,62 €		
11	27819,9713	14.098,56 €	9.590,86 €	2.717,41 €	26.406,83 €	459,66 €	42.840,00 €	16.892,83 €	16.892,83 €	- 31.613,51 €		
12	27680,8715	14.224,46 €	9.676,50 €	2.741,68 €	26.642,64 €	466,10 €		26.176,55 €	26.176,55 €	- 17.037,43 €		
13	27542,4671	14.351,49 €	9.762,92 €	2.766,16 €	26.880,56 €	472,62 €		26.407,94 €	26.407,94 €	- 3.032,74 €		
14	27404,7548	14.479,65 €	9.850,10 €	2.790,86 €	27.120,61 €	479,24 €		26.641,37 €	26.641,37 €	10.422,96 €		
15	27267,731	14.608,95 €	9.938,06 €	2.815,78 €	27.362,79 €	485,95 €		26.876,84 €	26.876,84 €	23.351,18 €		
16	27131,3923	14.739,41 €	10.026,81 €	2.840,93 €	27.607,14 €	492,75 €	1.800,00 €	25.314,39 €	25.314,39 €	34.948,00 €		
17	26995,7354	14.871,03 €	10.116,35 €	2.866,30 €	27.853,67 €	499,65 €		27.354,02 €	27.354,02 €	46.882,47 €		
18	26860,7567	15.003,83 €	10.206,69 €	2.891,89 €	28.102,41 €	506,65 €		27.595,76 €	27.595,76 €	58.349,08 €		
19	26726,4529	15.137,81 €	10.297,83 €	2.917,72 €	28.353,36 €	513,74 €		27.839,62 €	27.839,62 €	69.366,16 €		
20	26592,8207	15.272,99 €	10.389,79 €	2.943,77 €	28.606,56 €	520,93 €		28.085,63 €	28.085,63 €	79.951,34 €		
21	26459,8565	15.409,38 €	10.482,57 €	2.970,06 €	28.862,01 €	528,23 €	42.840,00 €	14.506,21 €	14.506,21 €	74.744,44 €		
22	26327,5573	15.546,99 €	10.576,18 €	2.996,58 €	29.119,75 €	535,62 €		28.584,13 €	28.584,13 €	84.515,92 €		
23	26195,9195	15.685,82 €	10.670,63 €	3.023,34 €	29.379,79 €	543,12 €		28.836,67 €	28.836,67 €	93.904,32 €		
24	26064,9399	15.825,90 €	10.765,92 €	3.050,34 €	29.642,15 €	550,72 €		29.091,43 €	29.091,43 €	102.924,64 €		
25	25934,6152	15.967,22 €	10.862,05 €	3.077,58 €	29.906,86 €	558,43 €		29.348,42 €	29.348,42 €	111.591,31 €		

Caso B - Comparativa VAN acumulado

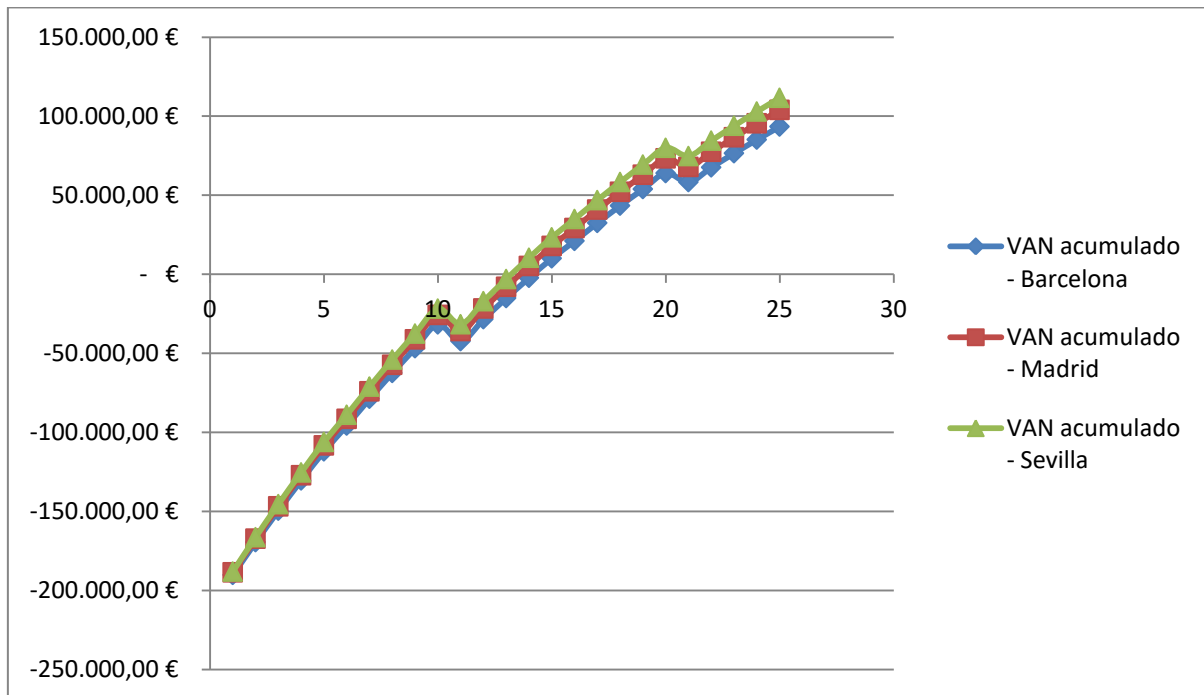


Grafico 3. Comparativa VAN acumulado en el Caso B

Caso B - Comparativa Ganancias por año

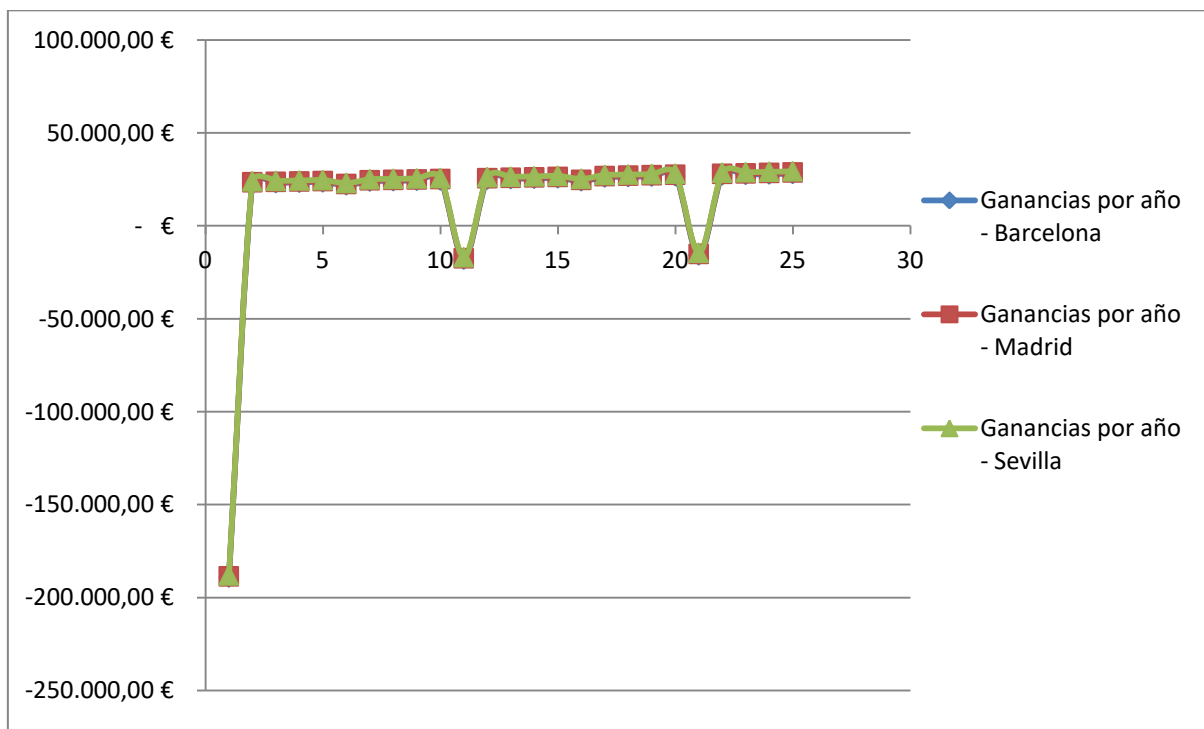


Grafico 4. Comparativa ganancias por año en el Caso B

Comparativa caso A y B - VAN acumulado

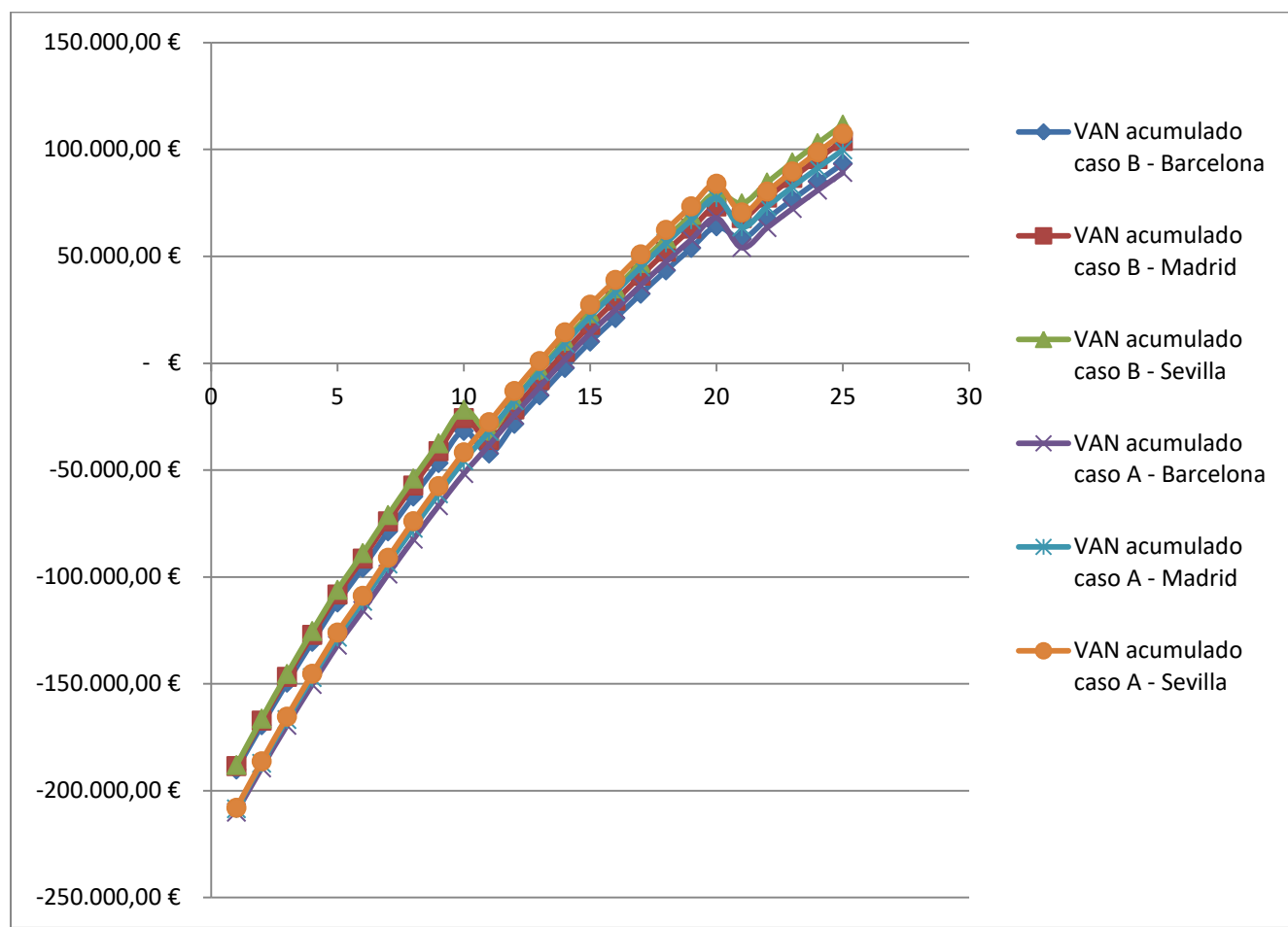


Grafico 5. Comparativa VAN acumulado en los Casos A y B

7. Conclusiones

Como se ha descrito en el capítulo 1.1 , el objetivo de este proyecto es el diseño de una estación de recarga aislada y móvil para el suministro de energía eléctrica, para la carga de vehículos eléctricos u otros, a zonas de difícil acceso a la red.

El primer paso para la elaboración de este proyecto pasa por el estudio y contextualización de las distintas opciones que se disponen actualmente. Para ello se ha realizado un estudio de las distintas fuentes de alimentación de las que se puede proveer nuestra estación de recarga así como la contextualización de la situación actual de este en nuestro país y a nivel Global.

En este punto se ha estudiado también la evolución del VE al cual enfocamos el uso de nuestra instalación, los distintos tipos de instalación que existen (conectada a la red con o sin vertido y aislada) y la legislación vigente que afecta a estas instalaciones.

Dadas las características de este proyecto se ha considerado el diseño de una estación de recarga para VE aislada, dotada de paneles fotovoltaicos como fuente de alimentación. La generación solar fotovoltaica es aquella que puede ofrecernos mejores resultados dado su fácil mantenimiento, instalación y modo de funcionamiento.

Una vez acotadas las características de la instalación se han realizado el diseño de estas por medio del dimensionado de sus componentes considerando su respectivo plan de mantenimiento, estudio económico e impacto ambiental

Una vez terminado este proyecto, se pueden extraer la siguientes conclusiones:

Una de las conclusiones fundamentales que se han extraído de este proyecto, es la posibilidad ya técnicamente viable de instalar un sistema aislado de generación solar fotovoltaica en una estructura móvil, como es el semirremolque que se ha considerado para este caso.

Además, según el estudio de viabilidad económica, este proyecto es rentable en un plazo medio de 15 años para los escenarios estudiados (caso A y B) según una tarifa de precios escalonada definida en el *capítulo 6.1 Ingresos*.

Por último y no menos importante, se ha conseguido mostrar un modelo de carga de vehículos eléctricos totalmente sostenible, sin un gran impacto tanto medioambiental como visual, y que permite que los VE se puedan mover con energía 100% renovable.

Aunque este proyecto no suponga actualmente una revolucionaria fuente de ingresos, debe tenerse en cuenta que en ningún momento el objetivo de este proyecto era este.

Aunque emisiones emitidas por los vehículos de combustión interna sean cada vez menores por vehículo, las emisiones globales de CO₂ son más cada año. Este hecho nos lleva cada vez más a plantarnos como alternativa el VE en nuestra viviendas. Es por ello que con este proyecto se espera ayudar en el proceso de transición en que muchas estaciones tipo gasolinera aun no estén adecuadas para la carga de VE o se quiera evitar el uso de un grupo electrógena para eventos puntuales.

A continuación se citan aquellos puntos que una vez finalizado el proyecto considero pueden ser de interés para futuros estudios.

- Según varios fabricantes de VE, el coste de las baterías se verá drásticamente reducido frente a los precios actuales que nos ofrece el mercado. Dado que uno de los costes principales de nuestra instalación es el de la compra y remplazo de baterías (según se considere caso A o B) la reducción de costes de esta afectara positivamente a la viabilidad económica de este y a futuros proyectos similares.

- Un segundo modo de mejorar la rentabilidad de esta instalación es mediante la adición de pérgolas dotadas de paneles fotovoltaicos que irían instaladas junto al tráiler. Uno de los aspectos que limita nuestra instalación es la limitación en el uso de paneles por tanto si se consigue aumentar la generación dispondremos de más energía que para vender.

- En este proyecto no se ha considerado el conexionado a red de esta instalación, no obstante, dado que la salida del inversor nos ofrece una tensión de salida de 400V 50/60 Hz compatible con la que se nos exige para inyectar a la red, es interesante hacer el estudio para ver si resulta rentable su instalación en otros ámbitos cuando no esté siendo utilizado en entornos aislados.

- Esta instalación, puede dar lugar a muchas otras aplicaciones como es el caso:

- Alimentación de vehículos eléctricos de obra en recintos aislados
- Alimentación de los vehículos eléctricos de empresa en parkings privados
- Alimentación de equipos eléctricos para espectáculos o eventos puntuales

8. Bibliografía

- [1] AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA. Atlas de radiación solar.
<http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_radiacion_solar>
- [2] ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE ENERGÍAS RENOVABLES (APPA) Energías renovables.
APPA solar fotovoltaica. <<http://www.appa.es/09fotovoltaica/09rd661.php>>
- [3] ENERGIA SOLAR NICHE. Radiación Solar. <<http://solete.nichese.com/radiacion.html>>
- [4] UNION EUROPEA. Síntesis de la legislación de la UE. Energía fotovoltaica . < <http://eur-lex.europa.eu/> >
- [5] SFE-SOLAR. Manual de cálculo de instalaciones fotovoltaicas Aisladas Autónomas.
<<https://www.sfe-solar.com/suministros-fotovoltaica-aislada-autonoma/manual-calculo/>>
- [6] UNIÓN ESPAÑOLA FOTOVOLTAICA (UNEF) <<https://unef.es/legislacion>>
- [7] UNIÓN ESPAÑOLA FOTOVOLTAICA (UNEF) Informe anual 2016. El tiempo de la energía solar
fotovoltaica.< https://unef.es/wp-content/uploads/dlm_uploads/2016/08/Informe-Anual-UNEF-2016_El-tiempo-de-la-energia-solar-fotovoltaica.pdf>
- [8] CENTRO COMÚN DE INVESTIGACIÓN COMISION EUROPEA. Photovoltaic Geographical
Information System (PVGIS) < <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>>
- [9] INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACION Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE) Energías
renovables. < <http://www.idae.es/>>
- [10] ELECTROCALCULATOR. ¿Cuánto gasta un aparato eléctrico? ¿Cuánta energía consume?
<<http://www.electrocalculator.com/>>
- [11] OPERADOR DEL MERCADO IBÉRICO DE ENERGÍA. normativa del mercado.
<<http://www.omie.es/inicio/normativa-de-mercado/reales-decretos>>
- [12] MOVILIDAD ELECTRICA. El mercado del vehículo eléctrico de 2016 a 2025.
<<http://movilidadelectrica.com/el-mercado-del-vehiculo-electrico/>>
- [13] ENDESA VEHICULO ELECTRICO. Recarga del vehículo eléctrico
<<http://www.endesavehiculoelectrico.com/vehiculo-electrico/recarga/tipos>>

- [14] MONITOR DELOITTE. Un modelo energético sostenible para España en 2050. Recomendaciones de política energética para la transición. <<https://www2.deloitte.com/es/es/pages/strategy/articles/medidas-descarbonizacion-transporte.html>>
- [15] CIRCUTOR. Productos recarga inteligente. < <http://circutor.es/es/productos/recarga-inteligente-para-vehiculos-electricos>>
- [16] ZIGOR . Catalogo de productos, inversores híbridos. <http://www.zigor.com/eu/index.php?option=com_content&view=article&id=35%3Ainversores-hibridos&catid=6%3Arenovable&Itemid=59&lang=es>
- [17] BLOOMBER NEW ENERGY FINANCE. Global Trends in renewable Energy Investment 2016. <http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/publications/globaltrendsinrenewableenergyinvestment2016lowres_0.pdf>
- [18] DIARIO RENOVABLES. Seat y Endesa presentan el proyecto SUNBATT. <<http://www.diariorenovables.com/2016/09/seat-presenta-el-proyecto-sunbatt.html>>
- [19] EL PAIS. Barcelona veta la circulación de los coches de más de 20 años a partir de 2019. <http://ccaa.elpais.com/ccaa/2017/03/06/catalunya/1488800064_042834.html>

Libros

- [20] Cuervo García, R; Méndez Muñiz, JM; (2011) *Energía solar fotovoltaica*, Madrid, Editorial: FC Editorial
- [21] Santamaría Herranz, G; Castejón Oliva, A (2010) *Instalaciones solares fotovoltaicas*, Editorial: S.A. EDITEX
- [22] Fernández Barrera, M (2010) *Energía Solar: Electricidad Fotovoltaica*, Editorial: LIBER FACTORY
- [23] Arsuaga Chabot, P (2010) *Vehículos eléctricos y redes para su recarga. Impacto en la sociedad y en la industria*, Editorial: RA-MA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE RECARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS MÓVIL Y AUTOSUCIENTE



2. Anexo I - Cálculos

Autor: Marc Lillo Sarret
Tutor: Roberto Villafáfila Robles
Convocatoria: Junio 2017

Tabla de contenido

A1. Cálculos de Diseño de la Estación de Recarga	3
A1.1 Dimensionado	3
A1.2 Paneles fotovoltaicos.....	4
A1.3 Baterías	9
A1.4 Inversor Solar DC/AC	10
A1.5 Puesta a tierra.....	12
A1.6 Cableado	14
A1.7 Protecciones	23
A1.7.1 Fusibles.....	24
A1.7.2 Interruptores Magnetotérmicos	25
A1.7.3 Diferenciales	26
A1.7.4 Protección en los módulos fotovoltaicos.....	27

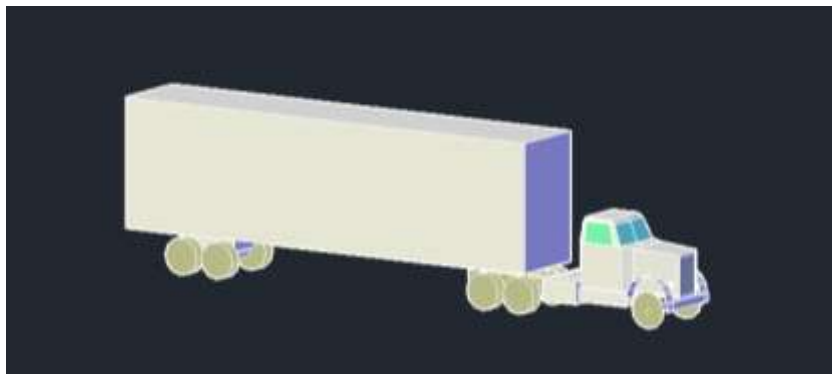
A1. Cálculos de Diseño de la Estación de Recarga

A1.1 Dimensionado

Como se ha mencionado con anterioridad, a diferencia de las instalaciones fotovoltaicas convencionales donde se dimensiona para cubrir un consumo definido, esta instalación quiere proporcionar la máxima potencia que sea posible por superficie útil disponible.

Las superficies de las cuales queremos hacer uso para la instalación de los módulos fotovoltaicos son la superior y laterales de un tráiler de camión de medidas estandarizadas:

13,5 x 2,4 x 3,45 m



A [m2]	46,575
B [m2]	32,4
C [m2]	46,575

Siendo A y C las caras laterales, y las dimensiones del panel fotovoltaico instalado de 1,2 x 0,67 m, estas nos permiten colocar hasta 55 unidades a cada lateral y 45 en la parte superior. De este modo el número máximo de módulos que sería posible instalar en nuestro tráiler es de 150 unidades.

Para el dimensionado de los demás elementos de la instalación es importante también estudiar los consumos máximos que tendremos en nuestra estación de recarga, siendo estos, básicamente, el de los puntos de recarga rápida instalados y demás consumos de menor intensidad que garanticen el correcto funcionamiento de la instalación.

Se considerara para el dimensionado de la instalación un suministro máximo de 25 Kw de potencia por cada punto de carga rápida y de 5 Kw destinados a otros.

A1.2 Paneles fotovoltaicos

Teniendo en cuenta que se quiere dimensionar la instalación para que funcione a un voltaje de continua de entre 195 y 550V, se ha definido la tensión de 440V para facilitar los cálculos y el posterior dimensionado. Teniendo en cuenta estos factores el numero de módulos que se colocarán en serie se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$N_S = \frac{V_{DC}}{V_{módulo}} = \frac{440 V}{18,03 V} = 24,40 \cong 25 \text{ módulos en serie} \quad (1)$$

Donde:

- N_S = Número de módulos en serie.
- V_{DC} = Tensión de continua de la instalación [V].
- $V_{módulo}$ = Tensión de máxima potencia del módulo fotovoltaico *SHS120 - 36P* [V].

Una vez conocido el numero de módulos a instalar en serie y el número máximo de módulos que podemos llegar a instalar en la superficie de nuestro tráiler de camión, obtenemos el numero de módulos en paralelo

$$N_P = \frac{N_T}{N_S} = \frac{150}{25} = 6 \text{ módulos en paralelo} \quad (2)$$

Donde:

- N_P = Número de módulos en paralelo
- N_T = Número de módulos totales
- N_S = Número de módulos en serie.

Se han escogido los paneles solares "*Shine Solar SHS120-36P*", los cuales tienen una potencia pico de 120Wp. Estos 120 Wp representa la potencia eléctrica que proporciona el panel cuando la irradiación sobre él es de 1000W/m² y con una temperatura de la célula de 25°C. A continuación se detalla los pasos a seguir para el cálculo de la potencia generada por nuestra instalación.

En primer lugar, se tiene que hallar la inclinación óptima que deben tener los módulos. Este ángulo puede obtenerse por varios métodos según los objetivos del proyecto. Dado que el

nuestro es el de generar la máxima energía posible sin tener en cuenta que época del año tendrá mayor o menor consumo, obtendremos la inclinación óptica por medio de la herramienta digital *IDAIE: PVGIS*. De donde se extraerán también los datos de irradiación.

Este programa tendrá en cuenta la localización donde instalaremos nuestra instalación, para nuestro caso como se ha mencionado anteriormente se analizarán los siguientes escenarios:

- Barcelona (41°23'6" N, 2°10'24" E)
- Madrid (40°25'0" N, 3°42'13" W)
- Sevilla (37°23'20" N, 5°59'4" W)

A continuación se muestran los datos de irradiación obtenidos para los distintos escenarios:

Barcelona

Month	Hd	Hm
Jan	3,88	120
Feb	4,85	136
Mar	6,01	186
Apr	5,96	179
May	6,46	200
Jun	6,74	202
Jul	6,88	213
Aug	6,58	204
Sep	5,91	177
Oct	5,10	158
Nov	3,97	119
Dec	3,66	114
Yearly average	5,51	167

Ubicación: 41 ° 23'6 "Norte, 2 ° 10'24" Este, Altura: 28 m a.s.l.

-Pérdidas estimadas por temperatura y baja irradiancia: 9,6%
(usando la temperatura ambiente local)

-Pérdida estimada por efectos de reflectancia angular: 2.6%

-Otras pérdidas (cables, inversores, etc.): 15.0%

-Pérdidas combinadas del sistema fotovoltaico: 24,3%

Sistema fijo: inclinación óptima = 37°, orientación = -2º

Madrid

Month	Hd	Hm
Jan	3,60	112
Feb	4,76	133
Mar	5,96	185
Apr	6,07	182
May	6,43	199
Jun	7,05	212
Jul	7,55	234
Aug	7,34	228
Sep	6,56	197
Oct	5,28	164
Nov	3,96	119
Dec	3,48	108
Yearly average	5,68	173

Ubicación: 40° 25'0 "Norte, 3° 42'13" Este, Altura: 665 m a.s.l.

-Pérdidas estimadas por temperatura y baja irradiancia: 14,9%
(usando la temperatura ambiente local)

-Pérdida estimada por efectos de reflectancia angular: 2.5%

-Otras pérdidas (cables, inversores, etc.): 15.0%

-Pérdidas combinadas del sistema fotovoltaico: 29,5%

Sistema fijo: inclinación óptima = 35°, orientación = -1º

Sevilla

Month	Hd	Hm
Jan	4,25	132
Feb	5,21	146
Mar	6,14	190
Apr	6,30	189
May	6,76	210
Jun	7,19	216
Jul	7,51	233
Aug	7,40	229
Sep	6,48	195
Oct	5,73	177
Nov	4,68	140
Dec	4,03	125
Yearly average	5,98	182

Ubicación: 37° 23'20 "Norte, 5° 59'4" Este, Altura: 21 m a.s.l.

-Pérdidas estimadas por temperatura y baja irradiancia: 17,3%
(usando la temperatura ambiente local)

-Pérdida estimada por efectos de reflectancia angular: 2.6%

-Otras pérdidas (cables, inversores, etc.): 15.0%

-Pérdidas combinadas del sistema fotovoltaico: 21,5%

Sistema fijo: inclinación optima = 33°, orientación = -1º

A partir de estos valores de radiación y sabiendo la potencia pico de los paneles a instalar podemos calcular la potencia pico que generara nuestros paneles por día y al mes

Barcelona

Fixed system: inclination=37°, orientation=-2° (optimum)				
Month	$E_{d.panell}$	$E_{m.panell}$	$E_{d.trailer}$	$E_{m.trailer}$
Jan	432	13400	64800	2010000
Feb	535	15000	80250	2250000
Mar	648	20100	97200	3015000
Apr	632	19000	94800	2850000
May	676	21000	101400	3150000
Jun	693	20800	103950	3120000
Jul	699	21700	104850	3255000
Aug	665	20600	99750	3090000
Sep	607	18200	91050	2730000
Oct	536	16600	80400	2490000
Nov	431	12900	64650	1935000
Dec	405	12600	60750	1890000
Yearly average	580	17600	87000	2640000
Total for year		212000		31800000

Madrid

Fixed system: inclination=36°, orientation=-1° (optimum)

Month	$E_{d.panell}$	$E_{m.panell}$	$E_{d.trailer}$	$E_{m.trailer}$
Jan	410	12700	61500	1905000
Feb	533	14900	79950	2235000
Mar	641	19900	96150	2985000
Apr	637	19100	95550	2865000
May	658	20400	98700	3060000
Jun	706	21200	105900	3180000
Jul	742	23000	111300	3450000
Aug	728	22600	109200	3390000
Sep	671	20100	100650	3015000
Oct	564	17500	84600	2625000
Nov	442	13200	66300	1980000
Dec	397	12300	59550	1845000
Yearly average	594	18100	89100	2715000
Total for year		217000		32550000

Sevilla

Fixed system: inclination=34°, orientation=-1° (optimum)

Month	$E_{d.panell}$	$E_{m.panell}$	$E_{d.trailer}$	$E_{m.trailer}$
Jan	465	14400	69750	2160000
Feb	563	15800	84450	2370000
Mar	640	19900	96000	2985000
Apr	643	19300	96450	2895000
May	674	20900	101100	3135000
Jun	702	21100	105300	3165000
Jul	724	22500	108600	3375000
Aug	713	22100	106950	3315000
Sep	644	19300	96600	2895000
Oct	587	18200	88050	2730000
Nov	500	15000	75000	2250000
Dec	441	13700	66150	2055000
Yearly average	608	18500	91200	2775000
Total for year		222000		33300000

Donde:

- $E_{d.panel}$ = Producción media de energía eléctrica diaria de un panel solar [Wh]
- $E_{m.panel}$ = Producción media de energía eléctrica mensual de un panel solar [Wh]
- $E_{d.trailer}$ = Producción media de energía eléctrica diaria de el tráiler de camión [Wh]
- $E_{m.trailer}$ = Producción media de energía eléctrica mensual de el tráiler de camión [Wh]

A1.3 Baterías

Para el dimensionamiento de las baterías, los parámetros que deberemos tener más en cuenta son los días de autonomía que requiere la instalación y la máxima profundidad de descarga de las baterías.

Para realizar los cálculos se consideraran los datos de 8 baterías 48V300Ah de *GoldenCellBattery* de 14,4kWh colocadas en serie a 384 V

Dados los escenarios estudiados, el día medio de mayor generación de la instalación lo encontramos en Julio en Madrid con una producción media diaria de la instalación de 111,3 kWh.

$$C_n = \frac{E_{inst\ max} * N}{P_d * V_{bat}} = \frac{111300\ Wh * 3}{0.9 * 384\ V} = 966.15\ Ah \quad (3)$$

Donde:

- C_n = Capacidad nominal total requerida por las baterías [Ah]
- $E_{inst.max}$ = Energía máxima que produce la instalación en un día [Wh]
- N = días de autonomía de la instalación.
- V_{bat} = Voltaje de las baterías seleccionadas (384 V)
- P_d = Profundidad de descarga .

Una vez calculada la calculada la capacidad total necesaria de almacenaje de nuestras instalación y sabiendo la capacidad de la batería elegida (300 Ah), se podrá calcular el número necesario de las mismas

$$N_{bat} = \frac{C_n}{C_{bat}} = \frac{966,15 Ah}{300 Ah} = 3,22 \cong 4 \text{ baterías paralelo} \quad (4)$$

Donde:

- N_{bat} = número total de baterías en paralelo necesarias
- C_n = Capacidad nominal total requerida por las baterías [Ah]
- C_{bat} = Capacidad nominal de la batería seleccionada [Ah]

Dado que el voltaje de entrada de las baterías en el regulador es de 384 V, deberemos instalar 8 baterías en serie. Sabiendo esto y el numero de baterías a instalar en paralelo, procedemos a calcular cuantas baterías debemos instalar:

$$N_{bat.total} = N_{bat.p} * N_{bat.s} = 8 * 4 = 32 \text{ baterías} \quad (5)$$

Como hemos comentado con anterioridad, dadas las características de la instalación y el público al que está destinado, se quiere hacer el estudio para implantar baterías de segundo uso procedentes de vehículos eléctricos.

Por ello se ha tomado como guía el VE *Nissan LEAF* y su funcionamiento por medio de baterías de litio. De este modo el cálculo se hará con baterías de litio como las que encontramos en este modelo. Se considera que una batería está en buenas condiciones mientras mantenga el 80% de su capacidad original. Por lo tanto, cuando se habla de estimación de vida de la batería no se refiere a un fallo completo de la batería sino a una caída de la capacidad de esta, pudiendo seguir usándola durante más tiempo. El propósito es utilizar estas baterías cuya capacidad oscila entre un 50 y un 80% de su capacidad nominal.

A1.4 Inversor Solar DC/AC

Las principales características que debemos tener en cuenta para el inversor solar es que su tensión nominal coincida con la de las baterías seleccionadas (en nuestro caso 384V) y que sea capaz de soportar las corrientes que generara el sistema.

Para conocer cuántos inversores serán necesarios para el correcto funcionamiento de nuestra instalación antes debemos conocer el corriente máximo que este debe soportar. Este se calcula a partir del numero de paneles en serie que se instalaran y la corriente de cortocircuito de estos a través de la siguiente expresión

$$I_{GEN.} = N_P * I_{SC\ panel} * 1,25 = 6 * 7,10\ A * 1,25 = 53,25\ A \quad (6)$$

Donde:

- $I_{GEN.}$ = Intensidad máxima de generación de la instalación [A]
- $I_{SC\ panel.}$ = Intensidad máxima de cortocircuito de un panel fotovoltaico SHS120-36P [A]
- N_P = Número de módulos en paralelo

NOTA: El valor 1,25 corresponde al factor de seguridad aplicado a la instalación para el sobredimensionamiento de este.

La intensidad máxima de consumo se determina a través de la siguiente ecuación teniendo en cuenta todos los consumos al mismo tiempo.

$$I_{CON.} = \frac{1,25 * (P_{DC} + P_{AC})}{V_{bat}} \quad (7)$$

Donde:

- I_{CON} = Intensidad máxima de consumo de la instalación
- P_{DC} = La potencia de continua de la instalación, que vendrá definida por la carga de los VE [W]
- P_{AC} = La potencia de alterna de la instalación, que en nuestro caso, $P_{AC}=0$ dado que no existen consumos en alterna [W]
- V_{bat} = Voltaje de las baterías seleccionadas (48 V)

Teniendo en cuenta la potencia máxima que consumen las estaciones de recarga se tiene que la potencia total de consumo de las baterías es:

$$P_{\max AC} = (2 * P_{\max PRR} + P_{\max PRA})$$

$$(2 * 25.000 W + 5.000 W) = 55.000 W \quad (8)$$

Se considerara para el dimensionado de la instalación un suministro máximo de 25 Kw de potencia por cada punto de carga rápida y de 5 Kw destinados a otros.

Por tanto la corriente consumida por los receptores será:

$$I_{CON.} = \frac{1,25 * (55.000 W + 0)}{384 V} = 179,03 A \quad (9)$$

Se conoce que la corriente alterna máxima a la que puede trabajar nuestro regulador inversor es de 109 A. por tanto es necesario el uso de más de un inversor para esta instalación de modo que puedan soportar la máxima corriente de consumo

$$N_{reg.p} = \frac{I_{SC inst.}}{I_{\max.reg.}} = \frac{179,03 A}{109 A} = 1.64 \cong 2 \text{ inversores solar} \quad (10)$$

Donde:

- $N_{reg.p}$ = Número de inversores a instalar en paralelo
- $I_{SC inst.}$ = Intensidad máxima de cortocircuito de la instalación [A]
- $I_{\max.reg.}$ = Intensidad máxima de trabajo que soporta el inversor seleccionado [A]

A1.5 Puesta a tierra

Habrà dos tomas de tierra, una destinada a proteger los módulos fotovoltaicos y otra destinada a la estación de recarga.

Según la ITC-BT-24, la tensión límite convencional es igual a 50V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo, 24 V para las instalaciones de alumbrado público.

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra sea tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24V.

Se quiere conseguir una resistencia de puesta a tierra próxima a 20Ω y que la diferencia está regulada a 0,3 A. De esta manera la tensión de contacto, V_d , será de:

$$V_d = I_d * R_t = 0,3 * 20 = 6 \text{ V} < 24 \text{ V} \quad (11)$$

Se diseñara la puesta a tierra de modo que pueda instalare en el peor de los casos en terrenos cuya resistividad alcance los $400 \Omega\text{m}$.Por tanto la puesta a tierra se realiza mediante electrodo en sortija mallado puesto que rápidamente se accede a valores bajos de resistencia a un bajo coste. El cable utilizado es de cobre desnudo de 50 mm^2 enterrado el cual se conecta a las picas.

Los electrodos serán 2 picas de acero cobreado de 14,6 mm de diámetro y de 2 m de longitud, en fila y separadas 8 m entre sí. Estarán sepultadas siempre con una capa de 50 cm entre la parte superior de la pica y el nivel cero del terreno. De cada hilera de módulos se saca una toma de tierra.

Se estima una resistividad de $275 \Omega\text{m}$.

$$R_{TC} = \frac{\rho * 2}{L} = \frac{2 * 400 \Omega\text{m}}{10 \text{ m}} = 80 \Omega \quad (12)$$

$$R_{TP} = \frac{\rho}{L} = \frac{400 \Omega\text{m}}{2 * 2 \text{ m}} = 100 \Omega \quad (13)$$

$$R_T = \frac{R_{TC} * R_{TP}}{R_{TC} + R_{TP}} = \frac{100\Omega * 80\Omega}{100\Omega + 80\Omega} = 44,44 \Omega \quad (14)$$

La suma en paralelo de las dos hace un total de $44,44 \Omega$

$$V_d = I_{dif} * R_t = 0,3 \text{ A} * 44,44 \Omega = 13,33 \text{ V} < 24\text{V} \quad (15)$$

Siendo:

R_{TP} = Resistencia de tierra de la pica [Ω]

- R_{TP} = resistencia de tierra del anillo [Ω]
- R_T = resistencia total de tierra [Ω]

- ρ = Resistividad del terreno, que en nuestro caso es de $400 \Omega \cdot m$
- L_p = Longitud de la pica [m]
- L_r = Longitud del anillo [m]

Teniendo en cuenta la resistencia total de tierra, se calculará la intensidad residual máxima la cual es necesaria para elegir la sensibilidad de los interruptores diferenciales.

Para el cálculo de la intensidad residual utilizaremos la siguiente expresión:

$$I_{res} = \frac{V}{R_T} = \frac{24 V}{44,44 \Omega} = 0,54 A \quad (16)$$

Donde:

- I_{res} = Intensidad residual máxima [A]
- V = tensión de contacto máxima que puede darse [V]
- R_T = resistencia total de tierra [Ω]

A1.6 Cableado

Las ecuaciones a utilizar para determinar las características generales de los cableados de las distintas partes de la que se compone la instalación se detallaran a continuación. Para el cálculo del cableado se debe saber la corriente máxima en cada punto de la instalación, el criterio de la caída de tensión y la resistencia de cortocircuito.

Para obtener la intensidad en amperios, se utilizará la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi} \rightarrow \text{Trifásica} \quad (17)$$

$$I = \frac{P}{V * \cos\phi} \rightarrow \text{Monofásica} \quad (18)$$

$$I = \frac{P}{V} \rightarrow \text{Corriente continua} \quad (19)$$

Siendo:

- P = Potencia de cálculo en vatios [W]
- V = Tensión en voltios (440 \rightarrow corriente continua (CC), 400 \rightarrow corriente alterna (CA))
- $\cos(\varnothing)$ = Factor de potencia. Según el IDAE el factor de potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal, por este motivo se ha realizado los cálculos considerando $\cos(\Phi)=1$.

Para obtener la caída de tensión para una sección dada se utiliza la siguiente expresión:

$$e = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos\varnothing}{C * s} \rightarrow \text{Trifásica} \quad (20)$$

$$e = \frac{2 * L * I * \cos\varnothing}{C * s} \rightarrow \text{Monofásica} \quad (21)$$

$$e = \frac{2 * L * I}{C * s} \rightarrow \text{Corriente continua} \quad (22)$$

Donde:

- L = longitud de la línea [m]
- s = Sección del conductor [mm^2]
- I = Intensidad que circula por el cableado [A]
- $\cos(\varnothing)$ = Factor de potencia. Según el IDAE el factor de potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal, por este motivo se ha realizado los cálculos considerando $\cos(\Phi)=1$.
- C = Conductividad del material del cable (Cu (25°C) = 56 m / $\Omega \cdot \text{mm}^2$, Al (25°C) = 35 m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$)

Para determinar el poder de corte de los fusibles hay que tener en cuenta siempre el caso más desfavorable, y eso es cuando se produzca un cortocircuito. Para ello se tiene que calcular la intensidad de cortocircuito (I_{cc}). La intensidad y la resistencia de cortocircuito se calcularán a partir de las siguientes expresiones:

$$I_{cc} = \frac{V}{R_{cc}} \quad (23)$$

En la que:

- I_{cc} = Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado [A].
- V = tensión de alimentación fase-neutro (CC \rightarrow 440V, CA \rightarrow 230 V)

- R_{cc} = Resistencia de cortocircuito (Ω)

La poder de corte se elegirá con un calibre igual o mayor a la I_{cc} calculada.

Para el cálculo de la R_{cc} se utilizara la siguiente expresión:

$$R_{cc} = \frac{2 * \rho * L}{s} \quad (24)$$

En la que:

- ρ = Resistividad del cobre a 20°C $\rightarrow 0,018 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
- L = Longitud de la línea [m]
- s = sección del conductor [mm^2]

Módulos fotovoltaicos - Inversor hibrido

En primer lugar se calculara la sección del cableado que va desde los módulos fotovoltaicos hasta los inversores híbridos Zigor Solar "TL3 75kW". Esta sección de la instalación trabaja a en corriente continua a 440 V_{DC}.

Todos los tramos contarán con conductores de cobre unipolares en tubos en canales de obra ventilados de material XLPE, por lo que la selección de las secciones normalizadas se elegirán según las especificaciones de la Tabla A-52-1 bis, de la ITC-BT-19.

Para el cálculo de la secciones mínimas de los conductores se considerara una longitud de hasta 40 m desde la salida del generador fotovoltaico de cada tramo hasta el inversor hibrido.

En primer lugar, procedemos a calcular la corriente máxima que produciría cada tramo. La intensidad se corresponde con la intensidad máxima que puede circular por ese tramo, que coincide con la intensidad de cortocircuito (I_{sc}) del módulo seleccionado (en nuestro caso "Shine Solar SHS120-36P") multiplicada por el numero de módulos totales en paralelo.

De este modo se obtiene que la corriente máxima que circulara por cada tramo es de :

$$I = N_P * I_{SC \text{ panel}} = 6 * 7,10 \text{ A} = 42,6 \text{ A} \quad (25)$$

Donde:

- $I_{SC \text{ panel}}$ = Intensidad máxima de cortocircuito de un panel fotovoltaico SHS120-36P ($I_{SC \text{ panel}} = 7,10 \text{ A}$)

- N_p = Número de módulos en paralelo

A continuación se calcula la caída de tensión según la ITC-BT-14. Se halla teniendo en cuenta la caída de tensión máxima es del 3% entre el generador y el regulador según el IDAE (especificado en la memoria descriptiva)

La máxima caída de tensión máxima permitida para este tramo será entonces:

$$e = \frac{3}{100} * 440V = 13,2 V \quad (26)$$

Por tanto, según el criterio de caída de tensión, utilizando la ecuación (22) ya que es de continua, calculamos las secciones necesarias para cada tramo:

$$s = \frac{2 * L * I * \cos\phi}{C * e} = \frac{2 * 40 m * 42,6 A * 1}{56 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2} * 13,2 V} = 4,61 mm^2 \quad (27)$$

Se elige la siguiente sección normalizada superior que hay, teniendo en cuenta que son conductores unipolares monofásicos y que su instalación será a través de tubos en canales de obra ventilados, es decir según lo estipulado en la tabla A-52-1 bis, columna B1-6 de la ITC-BT-19. Se obtiene una sección de $6 mm^2$, por otra parte, la sección mínima a instalar para conductores de Cu es de $10 mm^2$.

Además se dispondrá de un conductor de protección de $s = 10 mm^2$ (tabla 2 ITC-BT-18) ya que los módulos cuentan con una derivación a tierra y por tanto dispondrán de este conductor.

una vez conocida la sección se cálculo la intensidad de cortocircuito y la resistencia de cortocircuito del tramo, utilizando las ecuaciones (23) y (24). Para la correcta elección de las protecciones que posteriormente se instalaran es necesario el cálculo ambos datos:

$$R_{cc} = \frac{2 * \rho * L}{s} = \frac{2 * 0,018 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m} * 40 m}{10 mm^2} = 0,144 \Omega \quad (28)$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{cc} = \frac{V}{R_{cc}} = \frac{440 V}{0,144} = 3,05 kA \quad (29)$$

Baterías - Inversor híbrido

A continuación, se calcularán las secciones necesarias para el tramo de conexión entre las baterías y el Inversor híbrido. Al igual que en el caso anterior, esta parte de la instalación también trabaja en corriente continua y por tanto se usaran las mismas ecuaciones que en el caso de los paneles solares.

La instalación dispone de cuatro ramas en paralelo de baterías, las cuales cuentan cada una con ocho baterías. A su vez se dispone de dos inversores híbridos que regulan la carga y descarga de las baterías.

Para el cálculo de las baterías se debe tener en cuenta que tienen que soportar la intensidad máxima que suministran los módulos fotovoltaicos, ya que es la intensidad máxima de carga de las baterías. Por otra parte también es necesario el cálculo de la máxima corriente de descarga.

Por tanto la corriente máxima consumida por los receptores será:

$$\begin{aligned}
 P_{\max AC} &= (2 * P_{\max PRR} + P_{\max PRA}) = \\
 &= (2 * 25.000 \text{ W} + 5.000 \text{ W}) = 55.000 \text{ W} \\
 I_{CON.} &= \frac{1,25 * (P_{DC} + P_{AC})}{V_{bat}} = \frac{1,25 * (55.000 \text{ W} + 0)}{384 \text{ V}} = 179,03 \text{ A} \quad (30)
 \end{aligned}$$

Todas las secciones de este tramo se elegirán en función de lo estipulado por la Tabla B1 de la ITC-BT-19, ya que los conductores serán de cobre unipolar, XLPE

Para el cálculo se considerara una longitud de 10 m de cable desde la salida de las baterías hasta la entrada en el inversor híbrido.

La máxima caída de tensión máxima permitida para este tramo será entonces:

$$e = \frac{1}{100} * 440 \text{ V} = 4,4 \text{ V} \quad (31)$$

Por tanto, según el criterio de caída de tensión, utilizando la ecuación (22) ya que es de continua, calculamos las secciones necesarias para cada tramo:

$$s = \frac{2 * L * I * \cos\phi}{C * e} = \frac{2 * 10 \text{ m} * 179,03 \text{ A} * 1}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} * 4,4 \text{ V}} = 14,53 \text{ mm}^2 \quad (32)$$

La sección seleccionada para este tramo es de $s = 120 \text{ mm}^2$, ya que es la primera sección de valor superior que puede soportar corrientes por encima de los 179,03 A que debemos considerar como caso más desfavorable. Para el neutro se considerara una sección $S = 60 \text{ mm}^2$ de acuerdo con la ITC-BT-18.

Una vez sabida la sección se calcula la intensidad de cortocircuito y la resistencia de cortocircuito de este tramo

$$R_{cc} = \frac{2 * \rho * L}{s} = \frac{2 * 0,018 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} * 10 \text{ m}}{120 \text{ mm}^2} = 0,003 \Omega \quad (33)$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{cc} = \frac{V}{R_{cc}} = \frac{440 \text{ V}}{0,003} = 146,6 \text{ kA} \quad (34)$$

Inversor híbrido - Caja de protecciones AC

El siguiente tramo a dimensionar es el que discurre entre la salida del inversor híbrido y la caja de protecciones AC, que es donde se integrara los inversores híbridos a los receptores, considerando en cada uno de estos sus correspondientes protecciones.

Para el cálculo de esta sección debemos tener en cuenta que esta parte de la instalación trabaja en corriente alterna a 400V.

Todas las secciones de este tramo se elegirán en función de lo estipulado por la Tabla A-52-1 bis, columna B1-8, de la ITC-BT-19, ya que los conductores son de cobre, unipolares, trifásicos XLPE y se encontrarán instalados en tubos empotrados en obra.

Los neutros de dichos cableados siguen las especificaciones de la Tabla 1 de la ITC-BT-07 y la elección de las canalizaciones, en este caso, dependen de la Tabla 5 de la ITC-BT21, que es el correspondiente para conductores empotrados.

Para el dimensionado de este tramo debemos calcular en primer lugar la intensidad máxima que circulara a la salida del inversor híbrido. La instalación cuenta con dos inversores Zigor Solar "TL3 75kW " con las mismas características, por lo que calculando la intensidad máxima a

la salida de un inversor híbrido, utilizando la ecuación (17) descrita anteriormente, se sabrá la máxima intensidad que circula por el inversor análogo.

De esta forma se obtiene:

$$I_{ca} = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi} = \frac{75.000 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 1} = 108,25 \text{ A} \quad (35)$$

Donde:

- P = Potencia alterna máxima que pueden entregar los inversores seleccionados a su salida. La potencia máxima que puede entregar cada inversor es de 75.000 W para el modelo seleccionado Zigor Solar.
- V = Tensión en voltios [400 V → Corriente alterna (AC)].
- cos(φ) = Factor de potencia. Según el IDAE el factor de potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal, por este motivo se ha realizado los cálculos considerando cos(φ)=1.

Para el cálculo se considerara una longitud de 10 m de cable desde la salida de los inversores híbridos hasta la caja de AC.

Teniendo en cuenta la caída de tensión máxima admisible entre la conexión del inversor con los receptores es de 3% tenemos:

$$e = \frac{3}{100} * 400 \text{ V} = 12 \text{ V} \quad (36)$$

Por tanto, según el criterio de caída de tensión, utilizando la ecuación (20) ya que en este caso estamos trabajando corriente alterna, calculamos las secciones necesarias para este tramo:

$$s = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos\phi}{C * e} = \frac{\sqrt{3} * 10 \text{ m} * 108,25 \text{ A} * 1}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} * 12 \text{ V}} = 2,79 \text{ mm}^2 \quad (37)$$

En este caso, este tramo de cableado se instalara emporado en el interior del tráiler contenedor, por lo que se elegirá la sección superior al valor obtenido siguiendo los datos de la Tabla A-52-1 bis, de la ITC-BT-19. Según el criterio de caída de tensión, se debe elegir una sección de $s = 4 \text{ mm}^2$, pero esta sección no soportaría la corriente que circula por el cableado. Por tanto debemos considerar una sección de $s = 50 \text{ mm}^2$ la cual cumple con el criterio de caída de tensión y además permite el flujo de corriente de hasta 145 A.

La sección elegida contara con un neutro de $s = 25 \text{ mm}^2$, que discurrirá por una canalización de 63 mm de diámetro (Tabla 5 de la ITC-BT-21).

La resistencia de cortocircuito para este tramo será, por tanto:

$$R_{cc} = \frac{2 * \rho * L}{s} = \frac{2 * 0,018 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} * 10 \text{ m}}{50 \text{ mm}^2} = 0,0072 \Omega \quad (38)$$

Y la intensidad de cortocircuito será:

$$I_{cc} = \frac{V}{R_{cc}} = \frac{230 \text{ V}}{0,0072} = 31,94 \text{ kA} \quad (39)$$

Caja de protecciones AC - Receptores AC

Una vez integrados los inversores híbridos con los receptores AC, se calcula la sección del tramo de la conexión de la salida de la caja de protecciones AC a las dos estaciones de recarga con las que cuenta nuestra instalación.

Las estaciones de recarga "RAPTION" de CIRCUTOR se alimentan a corriente alterna a través de los tres conductores de fase, neutro y conductor de protección (PE).

Los inversores híbridos llegan a la caja de protecciones de AC y se unen en paralelo entre los de esta forma se repartirá en tres fases la potencia de los receptores.

En este caso dispondremos de tres tramos. Dos de ellos corresponden a las respectivas estaciones de recarga rápida "RAPTION", la ultima, por otra parte, corresponde a una salida adicional donde se instalaran los equipos de climatización del tráiler.

Sabiendo el consumo de las distintas estaciones de recarga

$$P_{\text{max AC}} = (2 * P_{\text{max PRR}} + P_{\text{max PRA}}) = (2 * 25.000 \text{ W} + 5.000 \text{ W}) = 55.000 \text{ W}$$

Se calcula el corriente total que se tendrá a la salida de la caja de protecciones de AC, utilizando la ecuación (17)

$$I_{sca} = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi} \quad (40)$$

Donde:

- I_{sca} = Intensidad de corriente alterna de salida del inversor [A]

- P = Potencia alterna máxima que pueden entregar los inversores seleccionados a su salida.
- V = Tensión en voltios [400 V \rightarrow Corriente alterna (AC)].
- $\cos(\emptyset)$ = Factor de potencia. Según el IDAE el factor de potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal, por este motivo se ha realizado los cálculos considerando $\cos(\Phi)=1$.

$$\frac{55.000 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 1} = 79,39 \text{ A} \quad (41)$$

La intensidad total a la salida de la caja de protecciones de AC, se repartirá entre las distintas estaciones de recarga. Por lo que se dispondrá de dos tramos hasta cada estación de recarga.

La caída de tensión máxima que puede haber entre el inversor híbrido y los receptores es del 3%. Por tanto se obtienen las siguientes caídas de tensión en función de si los receptores se conectan a tensión trifásica o monofásica:

$$e = \frac{3}{100} * V = \frac{3}{100} * 400 = 12 \text{ V} \rightarrow \text{Trifásica} \quad (42)$$

$$e = \frac{3}{100} * V = \frac{3}{100} * 230 = 6,9 \text{ V} \rightarrow \text{Monofásica} \quad (43)$$

Para el cálculo se considerara una longitud de 10 m de cable desde la salida de los inversores híbridos hasta la caja de AC.

La potencia máxima de consumo de cada estación de carga "RAPTION" de CIRCUTOR es de 22kW. Por tanto y dado que estos se encuentran a la misma longitud del inversor, se aplicara la misma sección para ambos casos.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\emptyset} \quad (44)$$

Donde:

- I = Intensidad máxima de corriente que debe soportar el tramo de conexión de la caja de protección AC hasta las estaciones de recarga rápida "RAPTION" de CIRCUTOR.
- P = Potencia máxima que puede suministrar nuestras estaciones de recarga
- V = Tensión nominal de salida de la instalación. En este caso las estaciones de recarga "RAPTION" se alimentan a una Tensión de 400Vac.

- $\cos(\emptyset)$ = Factor de potencia. Según el IDAE el factor de potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal, por este motivo se ha realizado los cálculos considerando $\cos(\Phi)=1$.

De este modo se obtiene que la corriente que circula por cada estación es de :

$$I = \frac{22.000 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 1} = 31,75 \text{ A} \quad (45)$$

Una vez calculada la corriente que circulara por este tramo, se halla la sección mínima necesario para este tramo que cumple el criterio de caída de tensión según la ecuación 20.

$$s = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos\emptyset}{C * e} = \frac{\sqrt{3} * 10 \text{ m} * 31,75 \text{ A} * 1}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} * 12 \text{ V}} = 0,818 \text{ mm}^2 \quad (46)$$

La sección seleccionada es de $s = 10 \text{ mm}^2$, que es la mínima sección normalizada que se puede escoger y que además soporta corrientes de hasta 54 A a través de esta. El neutro para este tramo tendrá una sección $s = 10 \text{ mm}^2$ según lo estipulado en la tabla 2 de la ITC-BT-18 y discurrirán a través de una canalización de diámetro $d = 25 \text{ mm}$ (según tabla 5, ITC-BT-21 para conductores por canalizaciones empotradas).

Seguidamente , se calcula la intensidad de cortocircuito :

$$R_{cc} = \frac{2 * \rho * L}{s} = \frac{2 * 0,018 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} * 10 \text{ m}}{10 \text{ mm}^2} = 0,036 \Omega \quad (47)$$

A continuación la intensidad de cortocircuito será:

$$I_{cc} = \frac{V}{R_{cc}} = \frac{230 \text{ V}}{\sqrt{3} * 0,036} = 3,68 \text{ kA} \quad (48)$$

A1.7 Protecciones

Para proporcionar seguridad tanto a los equipos que forman la instalación solar fotovoltaica como al personal encargado de su mantenimiento y su correcta operación, es necesario proporcionar una serie de elementos de protección que aseguren una explotación correcta de la instalación.

Al igual que se ha hecho en el caso anterior para el cableado de la instalación, el cálculo de las protecciones se realizara de manera independiente para cada uno de los circuitos que forman la instalación, diferenciando entre los tramos de corriente continua y los de corriente alterna, ya que las protecciones deberán ser distintas para cada tramo dependiendo de si este esta trabajando a corriente continua o alterna, y en función de la corriente máxima admisible por los conductores.

Aunque los fusibles e interruptores para corriente continua son diferentes a los de corriente alterna, su cálculo es similar. Según la ITC-BT-22, las características de funcionamiento de un dispositivo que protege contra sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

$$1) I_b \leq I_n \leq I_z \quad (49)$$

$$2) I_2 \leq 1,45 \cdot I_z \quad (50)$$

Donde :

- I_b = Corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas
- I_z = Corriente admisible del cable en función de sistema de instalación utilizado (ITC-BT-19 y UNE 20460-5-523)
- I_n = Corriente asignada del dispositivo de protección. (nota: en dispositivos de protección regulable, I_n = intensidad de regulación seleccionada)
- I_2 = Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo (t_c es el tiempo convencional según norma)

A1.7.1 Fusibles

En el caso de fusibles, según la ITC-BT-22, la característica equivalente a la I_2 es la denominada I_f (intensidad de funcionamiento) que para los fusibles gG toma los siguientes valores:

$$I_f = 1,6 \cdot I_n \quad \text{si} \quad I_n \geq 16 \text{ A}$$

$$I_f = 1,9 \cdot I_n \quad \text{si} \quad 4 \text{ A} < I_n < 16 \text{ A}$$

$$I_f = 2,1 \cdot I_n \quad \text{si} \quad I_n \leq 4 \text{ A}$$

Módulos fotovoltaicos - Inversor híbrido

$$I_b \leq I_n \leq I_z \rightarrow 42,6 A \leq I_n \leq 50 A$$

Si la corriente nominal $I_n = 45 A$, esta condición se cumple

$$I_f \leq 1,45 * I_z \rightarrow 1,6 * I_n \leq 1,45 * 50 \rightarrow 72 A \leq 72,5 A \rightarrow \text{Se cumple}$$

La corriente de cortocircuito de este tramo tiene un valor $I_{cc} = 3,05 \text{ kA}$, por lo que el poder de corte, será de 10 kA , por ser superior a la I_{cc} de la línea.

Baterías - Inversor híbrido

$$I_b \leq I_n \leq I_z \rightarrow 179,03 A \leq I_n \leq 225 A$$

Si la corriente nominal $I_n = 195 A$, esta condición se cumple

$$I_f \leq 1,45 * I_z \rightarrow 1,6 * I_n \leq 1,45 * 225 \rightarrow 312 A \leq 326,3 A \rightarrow \text{Se cumple}$$

La corriente de cortocircuito de este tramo tiene un valor $I_{cc} = 146,6 \text{ kA}$, por lo que el poder de corte, será de 150 kA , por ser superior a la I_{cc} de la línea.

A1.7.2 Interruptores Magnetotérmicos

El magnetotérmico que queremos utilizar tendrá que tener un disparo por sobrecarga con un amperaje mayor o igual que la corriente de empleo de suministro (I_b) y menor o igual que la intensidad máxima que soporta el cableado (I_z)

$$1) I_b \leq I_n \leq I_z \quad (49)$$

Partiendo de esta condición se calculan los magnetotérmicos de cada circuito:

Inversor híbrido - Caja de protecciones AC

$$108,25 A \leq I_n \leq 145 A$$

→ Si se instala un magnetotérmicos de $125 A$ se cumple la condición

La corriente de cortocircuito de este tramo tiene un valor $I_{cc} = 31,94 \text{ kA}$, por lo que el poder de corte, será de 50 kA , por ser superior a la I_{cc} de la línea.

Se aplicara el mismo dimensionado del magnetotérmicos para cada uno de los tramos que protege cada inversor hibrido

Caja de protecciones AC - Receptores AC

$$31,75 A \leq I_n \leq 54 A$$

→ Si se instala un magnetotérmico de 45 A se cumple la condición

La corriente de cortocircuito de este tramo tiene un valor $I_{cc} = 3,68 \text{ kA}$, por lo que el poder de corte, será de 10 kA, por ser superior a la I_{cc} de la línea.

Se aplicara el mismo dimensionado del magnetotérmico para cada uno de los tramos que protege cada estación de recarga

A1.7.3 Diferenciales

El interruptor diferencial correspondiente a cada circuito será de 4 polos en los tramos de trifásico y de 2 polos en los monofásicos, el calibre se elegirá de forma que se cumpla con la ecuación

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Inversor hibrido - Caja de protecciones AC

$$108,25 A \leq I_n \leq 145 A$$

→ Si se instala un magnetotérmicos de 125 A se cumple la condición

Se aplicara el mismo dimensionado del magnetotérmicos para cada uno de los tramos que protege cada inversor hibrido

Caja de protecciones AC - Receptores AC

$$31,75 A \leq I_n \leq 54 A$$

→ Si se instala un magnetotérmico de 45 A se cumple la condición

Se aplicará el mismo dimensionado del magnetotérmico para cada uno de los tramos que protege cada estación de recarga

A1.7.4 Protección en los módulos fotovoltaicos

Se instalará un diodo de paso "By-pass" que protege los módulos evitando que se llegue a temperaturas excesivamente elevadas producidas por sombras parciales. El propio fabricante generalmente instala dos diodos de paso por módulo.

-Diodos de bloque o de cadena, los cuales se conectan en serie a cada rama de los módulos, evitando así que un fallo en una cadena afecte a otras. Estos a su vez impiden que la batería se descargue a través de los paneles solares en ausencia de luz solar.

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE RECARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS MÓVIL Y AUTOSUCIENTE

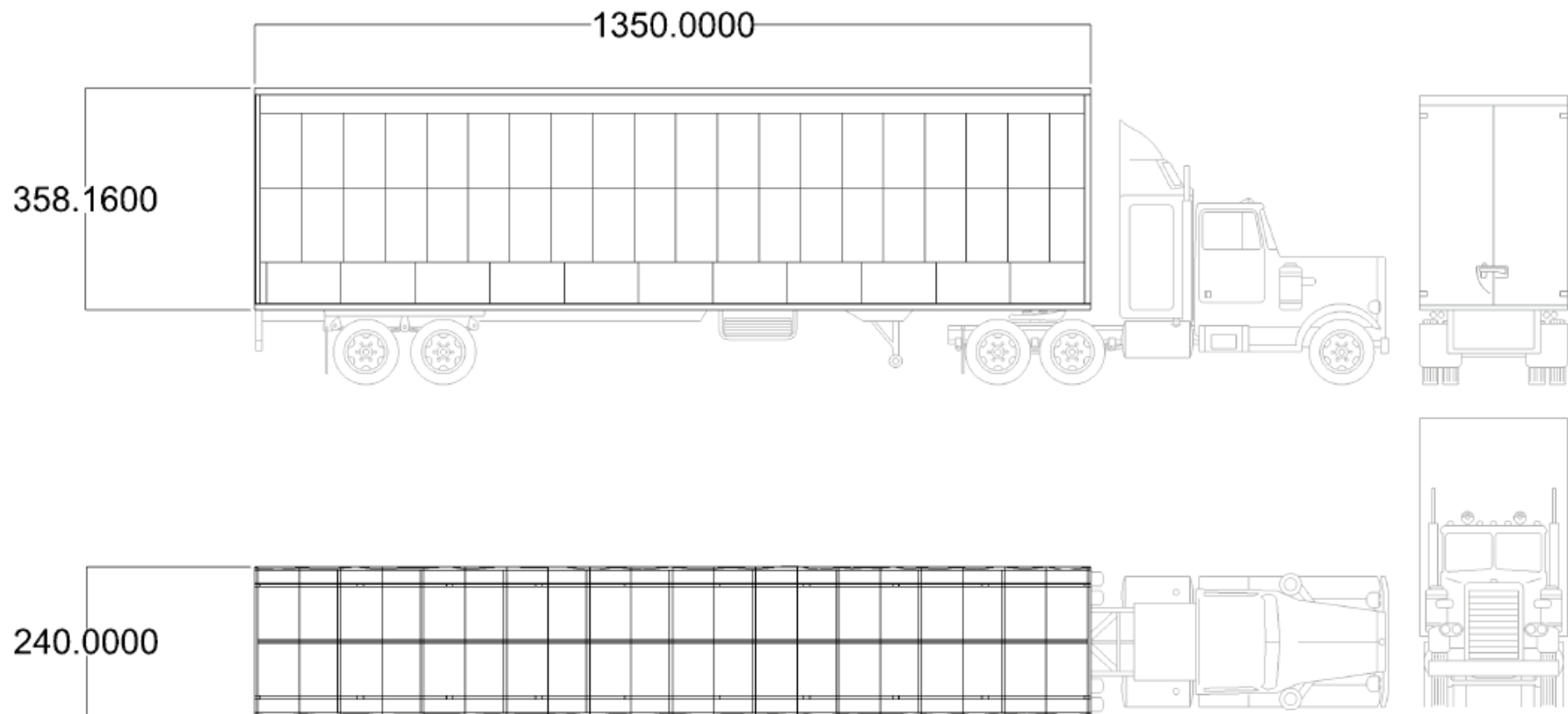



3. Anexo II - Planos

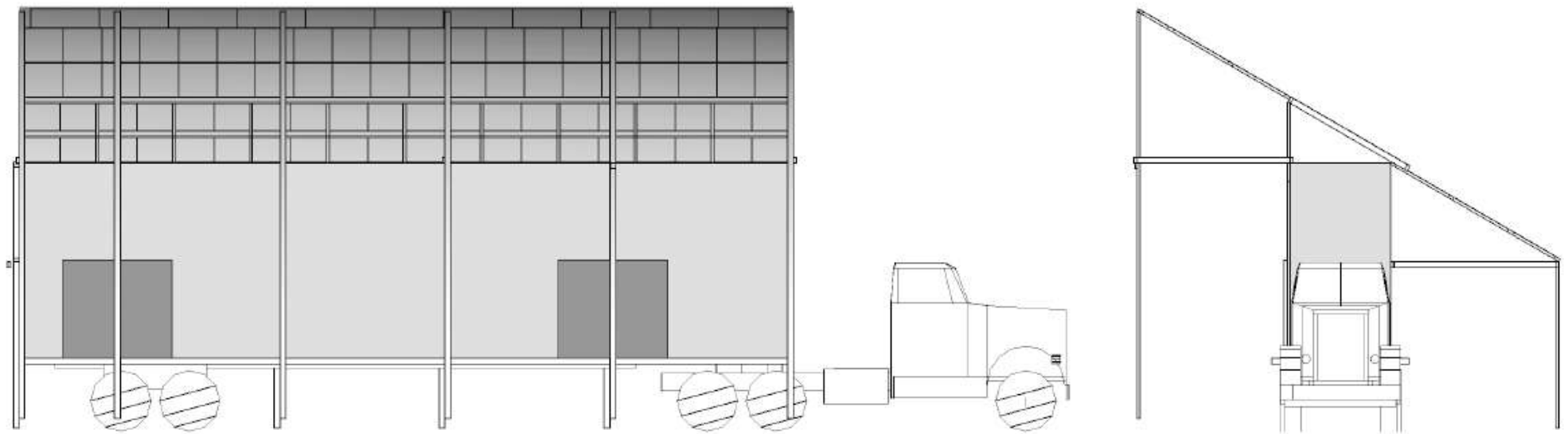
Autor: Marc Lillo Sarret
Tutor: Roberto Villafáfila Robles
Convocatoria: Junio 2017

Tabla de contenido


Plano nº1 - Tráiler semirremolque.....	1
Plano nº2 - Tráiler semirremolque instalado	2
Plano nº3 - Montaje tráiler semirremolque	3
Plano nº4 - Esquema Unifilar	4

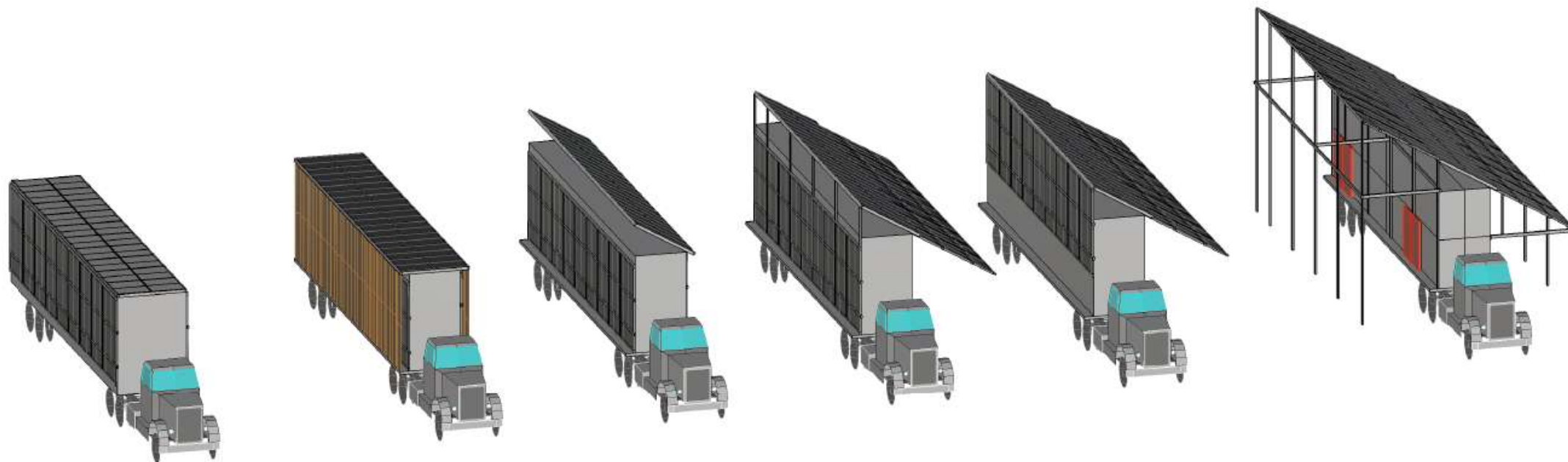



	Autor	Fecha:	Observaciones:	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est.
Dibujado por	Marc Lillo Sarret	30.05.2017		
Comprobado por				
		<i>Diseño de una estación de recarga para vehículos eléctricos móvil y autosuciente</i>		Nº plano: 1 Nombre doc: trailer semiremolque

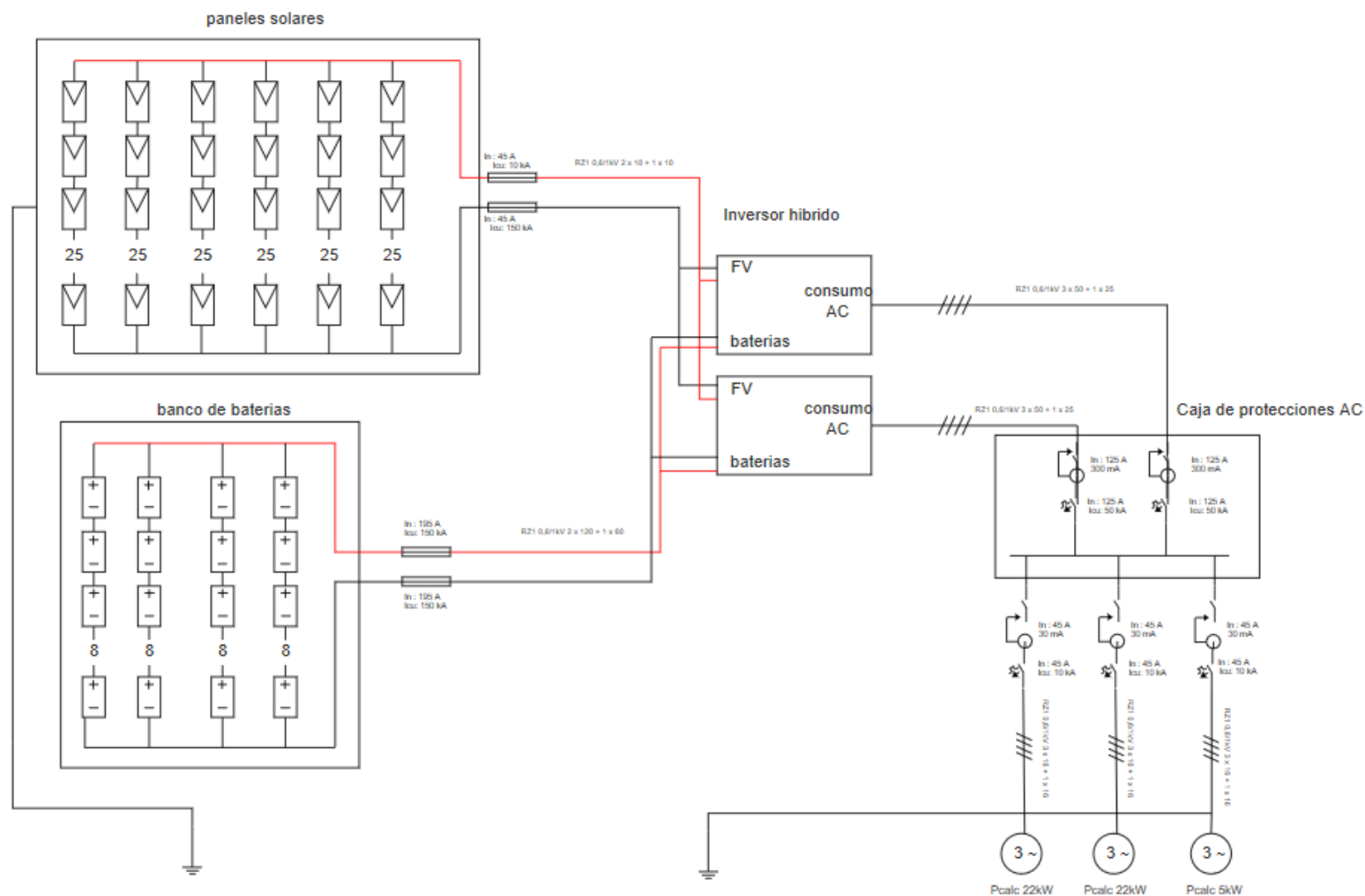



5m

	Autor	Fecha:	Observaciones:	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est
Dibujado por	Marc Lillo Sarret	30.05.2017		
Comprobado por				
		<i>Diseño de una estación de recarga para vehículos eléctricos móvil y autosuciente</i>		Nº plano: 2 Nombre doc: trailer semiremolque instalado



	Autor	Fecha:	Observaciones:	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est
Dibujado por	Marc Lillo Sarret	30.05.2017		
Comprobado por				
		<i>Diseño de una estación de recarga para vehículos eléctricos móvil y autosuciente</i>		Nº plano: 3 Nombre doc: montaje trailer semiremolque



	Autor	Fecha:	Observaciones:	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est
Dibujado por	Marc Lillo Sarret	30.05.2017		
Comprobado por				
Diseño de una estación de recarga para vehículos eléctricos móvil y autosuciente				Nº plano: 4 Nombre doc: Esquema unifilar

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

**DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE RECARGA PARA
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS MÓVIL Y AUTOSUCIENTE**



Anexo III - Fichas técnicas

Autor: Marc Lillo Sarret
Tutor: Roberto Villafáfila Robles
Convocatoria: Junio 2017

Contenido

A.1. Ficha técnica semirremolque.....	3
A.2. Ficha técnica modulo fotovoltaico.....	10
A.3. Ficha técnica baterías.....	12
A.4. Ficha técnica Inversor hibrido solar	13
A.5. Ficha técnica Estación de recarga	16

A.1. Ficha técnica semirremolque

2



[1] Semirremolque DFV
[2] Trasera semirremolque DFV

SEGURIDAD, CERTIFICACIÓN Y CONFIANZA

- Homologación tipo europeo según 2007/46/CE.
- Aseguramiento de la carga según norma EN-12642 código XL, Durability test, Test resistencia frontal acorde con Swedish Estándar S52663, etc.
- G.L.S.S. (Guillén Load Security System) Sistema patentado de cierre con opción de aviso telemático en caso de apertura.
- La Impecable trayectoria iniciada en 1895 avala la excelencia de nuestros productos y servicios.

VERSATILIDAD Y MODULARIDAD

- Furgón estándar, maxi, mega, carga aérea, transporte de ropa colgada, metálico chapa grecada. Puerta trasera de libro o persiana. Todas con la opción EN-12642 código XL para una carga neta de 27.000 Kg. hasta 3.020 mm de altura. Máximo número de elementos comunes del carrozado en todas las variantes, fijados con uniones mecánicas, para fácil y rápida sustitución.
- Mínimo mantenimiento.
- Disponibilidad de repuestos inmediata.

DFV SEMIRREMOLQUE FURGÓN CARGA SECA

GUILLÉN

DURABILIDAD Y GARANTÍA

- Chasis galvanizado en caliente garantía 10 años*. Elementos del carrozado bicromatados y acabados en pintura en polvo.
- Chasis testado en circuito cerrado (ensayo de fatiga) y circulación real equivalente a más de 2.000.000 km.
- Uso de componentes de primeras marcas, seguridad y garantía de servicio asistencia post-venta europea.
- Demostrada alta resistencia y conservación de nuestros vehículos en zonas con climatología extrema (países escandinavos).

*Según límites y condiciones tratamientos superficiales GDI, S.L.U.

- [1] Chasis galvanizado e instalado en fase de acabado.
- [2] Acabado exterior furgón carga seca DFV con pintura tipo perlasina.
- [3] Acabado interior furgón carga seca DFV.
- [4] Acabado interior furgón carga seca DFV Steel con laminado boca lava para transporte de ropa colgada.
- [5] Furgón carga seca DFV Steel con puertas tipo contenedor.





CALIDAD, DISEÑO Y TECNOLOGÍA

- Mínima TARA, máxima resistencia (peso reducido desde 7.130 kg. Peso Técnico Máximo Autorizado 41.000 kg.).
- Sencillo, práctico y cómodo en la utilización por parte del usuario.
- Vehículos integrados y compactos creados a partir de una sola pieza (chasis + carrozado = semirremolque) para ganar en rendimiento y precisión.



I+D AL SERVICIO DEL USUARIO

- Apostamos firmemente por la innovación y el desarrollo, aplicando nuevos conocimientos a todas nuestras soluciones de transporte, con el fin de ofrecer al cliente el mejor resultado en materia de eficacia, seguridad, versatilidad y rentabilidad.
- Todos nuestros DFV se diseñan y se desarrollan buscando la seguridad y ergonomía del usuario, sistemas de máxima sencillez operativa intensificados con la seguridad y la rentabilidad.
- Aprovechamos las sinergias con nuestros partners, aplicando la tecnología más avanzada a nuestros semirremolques, como es el caso del TailGuard o la telemática.
- Adelantándonos al futuro de nuestro mercado, tenemos experiencia en conjuntos 25.25 que ya circulan por países comunitarios.



DFV SEMIRREMOLQUE FURGÓN CARGA SECA

[1] Furgón Carga Seca DFV Steel.
[2] Furgón Carga Seca DFV con sistema modulos carga aérea desmontable.
[3] Furgón Carga Seca DFV con sistema modulos carga aérea empotrados.
[4] Combinación body + Semirremolque Furgón Carga Seca DFV de 2 ejes.

5



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

FICHA TÉCNICA

SEMIRREMOLQUE

- Chasis SPC-0905-2011 completamente realizado en acero de alto límite elástico.
 - Testado según **Durability Test**®
 - M.T.M.A.= 41.000 kg (Masa Técnica Máxima Admisible).
- Cuello de 115 mm, según ISO 1726:1989.
 - M.T.M.A.= 14.000 kg. (Masa Técnica Máxima Admisible).
- Altura 5ª rueda: entre 950 y 1.200 mm.
- Travesaños tipo Z aligerados, matizado a 412 mm aprox.
- Travesaño trasero con chapa protección piso para entrada carretillas elevadoras integrada.
- 3 Ejes freno de disco Ø 430mm. con suspensión neumática.
- Equipo de suspensión con válvula sube / baja y válvula niveladora.
- 6 Neumáticos primera marca medida 385/65 R 22.5 con llanta de acero según Directiva 2005/11/CE.
- Sistema freno Wabco EBS 2S/2M sensorizado al eje central según Directiva 2002/78/CE.
 - RSS: Sistema ayuda contra vuelco.
 - DDR: Control Gestión de Flotas.
- Instalación eléctrica homologada para A.D.R. según R-105 con pilotos delanteros y laterales de led según Directiva 97/26/CE.
- Cabezas acoplamiento elevadas 400 mm. con conexiones eléctricas 24N y 24S, ISO 7638 y cabezas acoplamiento neumáticas con filtro de línea.
- Conjunto paragolpes trasero atornillado compuesto de barra anti empotramiento de aluminio y soportes independientes según Directiva 2006/20/CE.
- Pies de apoyo mecánicos de 2 velocidades con patines especiales para suspensión neumática.
- Tapa trasera vigas chasis en acero inoxidable con placas reflectantes.
- Guardabarros y faldilla lateral con sistema anti-spray según Directiva 91/226/CE.
- Protección lateral anti ciclistas según Directiva 89/297/CEE

DFV SEMIRREMOLQUE FURGÓN CAMIÓN SECA



	<h3>CARROZADO</h3> <ul style="list-style-type: none"> ■ Carrocería homologada según EN-12642-XL para una carga neta de 27.000 kg. ■ Frontal, techo y laterales formados por paneles plywood de 20 mm de espesor, acabado interior y exterior en color blanco RAL 9010. ■ Paneles ensamblados mediante perfiles de acero modular en todo el contorno que hacen a su vez las funciones de rodapié inferior de 300 mm de altura, encolados, remachados y sellados. ■ Frontal reforzado con marco de acero modular y rodapié inferior de acero de 3 mm y refuerzos verticales exteriores. ■ Marco trasero de acero modular con puertas traseras de aluminio, lisas tipo libro, con 4 bisagras articuladas. 2 cerrres empotrados por hoja de puerta y juntas de goma. ■ 1 Fila de guías interiores para amarre de carga galvanizadas montadas a 1600 mm desde el suelo al centro de la guía, y 2 anillos en frontal. ■ Piso en tablero finlandés 100% abedul de 30 mm de espesor (21 chapas), homologado para el piso de eje de carretilla de 8.300 kg de peso según ENV 1995-H1. ■ Instalación eléctrica interior para alumbrado en operaciones de carga y descarga con foco en parte superior trasera e interruptor en parte exterior. ■ Pilotos galibo superiores delanteros y trasero de led. ■ Retro reflectantes laterales y traseros. ■ Altura interior de carga: de 2.750 a 3.020 mm. 	<h3>EQUIPAMIENTO ACCESORIOS</h3> <ul style="list-style-type: none"> ■ 2 topes traseros paragolpes montados en horizontal ambas esquinas. ■ 2 topes verticales paragolpes montados en puntas chasis. ■ Funda matrícula y faldón. ■ Calzo plástico con soporte y llave de ruedas.
--	---	---



ACABADOS

- Estructura chasis galvanizada en caliente por inmersión con la estructura totalmente conformada.
- Perfilera exterior tratada con bicromatado y acabada en pintura polvo blanco RAL 9010.
- Acabado exterior furgón blanco RAL 9010.
- Puertas frías en aluminio anodizado sin pintar.
- Elementos comunes chasis galvanizados en caliente o bicromatado y acabado en pintura polvo negro RAL 9005.
- Accesorios interiores carrocería bicromatado.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Anchura	2.450 mm
Altura de quinta rueda	950/200 mm
Largo hasta	13.630 mm
Distancia a NP	1.630 mm
Altura del hasta	3.020 mm
Carga del hasta	27.000 Kg
Carga desde	7.130 K ^o

^aUnidad SP de 3 ejes.
Consultencia para otras configuraciones.

La empresa se reserva el derecho de modificar cualquier dato técnico de esta información sin previo aviso. Las fotografías pueden contener accesos o extras por lo que no pueden determinarse como de un artículo estándar.





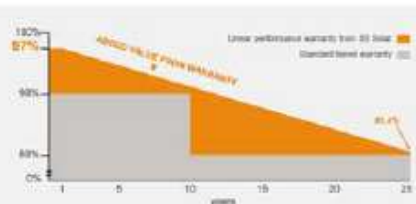
<p>EQUIPAMIENTO OPCIONAL</p>	
<p>SEMIREMOLQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Diferentes opciones de elevadores de eje bi-lateral automático con subida y bajada en función de la carga. ■ Sensor desgaste pastillas freno conectado a EBS. ■ Opciones EBS: Telemática, OptiTurn, OptiLoad, Suspensión electrónica, Wabco TailGuard, Traller Remote Control. ■ Wabco Smart Board. ■ Sistema control presión o auto hinchado de neumáticos. ■ Avisador acústico de marcha atrás. ■ 3a Luz de freno. ■ Base adicional de conexión eléctrica 15 pines ISO 12098. ■ Anillas amarre barco. ■ Soportes rueda recambio tipo cesta o rodillos. ■ Aletines intermedios en eje delantero y central con faldilla anti-spray o guardabarros redondos independientes. ■ Llantas de aluminio Alcoa, SpeedLine. ■ Semiremolque con 2 ejes. ■ Diferentes marcas y modelos de eje. ■ Ejes auto direccionales 	<p>CARROZADO</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Cambio altura interior carga. ■ Puerta trasera de persiana (enrollable). ■ Pintar furgón completo con colores corporativos del cliente. ■ Rotulación imagen corporativa del cliente. ■ Línea adicional de guías interiores amarre carga. ■ Barras transversales sujeción carga. ■ Cajones herramientas de plástico, inoxidable, módulo cocina. ■ Bidón de agua termoplástico de 30 litros. ■ Cajón extintores montado sobre el frontal. ■ Montaje trampilla elevadora trasera retráctil de 1500/2.000 kg. ■ Malla seguridad trasera anti-caído paquetes. ■ Rodillos de carga aérea fijos o desmontables. ■ Sistemas de ropa colgada, dobles pisos, etc... ■ Sistemas antirrobo en puertas traseras GLSS. <p>Otros opcionales: consultar.</p>

A.2. Ficha técnica modulo fotovoltaico



-  High conversion efficiency
High module efficiency to guarantee power output.
-  Self-cleaning glass
Coating glass for self-cleaning, reduce surface dust.
-  Outstanding low irradiation performance
Excellent module efficiency even in the weak light conditions, such as morning or cloudy.
-  Excellent loading capability
2400Pa wind loads, 5400Pa snow loads.

-  0 to +5W positive tolerance
Detailed information in Electrical Specifications.
-  48-hour response service



25 25-year performance warranty

10 10-year warranty on materials and workmanship

01 | SHINE SOLAR

ALL SPECIFIED PARAMETERS ARE AT STC 25°C AMBIENT, 1000W/M² IRRADIANCE AND AM 1.5

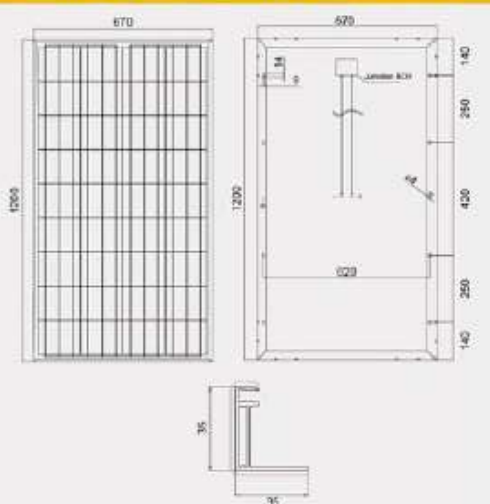
ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Model Type	SHS100-36P	SHS105-36P	SHS110-36P	SHS115-36P	SHS120-36P
Max Power	100W	105W	110W	115W	120W
Power Tolerance	+0~+5	+0~+5	+0~+5	+0~+5	+0~+5
Max-Power Voltage (Vmp)	18.1	18.2	18.3	18.4	18.03
Max-Power Current (Imp)	5.56	5.82	6.11	6.28	6.75
Open Circuit Voltage (Voc)	22.2	22.3	22.4	22.5	22.6
Short Circuit Current (Isc)	5.93	6.21	6.52	6.81	7.10
Cell Efficiency (%)	14.5	15.4	16.2	16.9	17.6
Module Efficiency (%)	12.5	13.2	13.7	14.3	15
Max-System Voltage (VDC)	600				
Max Series Fuse Rating (A)	15				
Pmax Temperature Coefficient (%/°C)	-0.47				
Voc Temperature Coefficient (%/°C)	-0.34				
Isc Temperature Coefficient (%/°C)	0.045				
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C				
Operating Temperature	-40~+85°C				

MECHANICAL SPECIFICATIONS

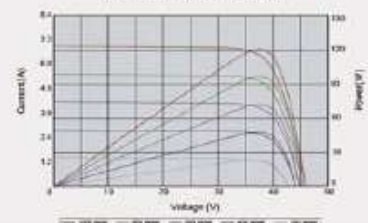
External Dimensions	1200*670*35 mm
Weight	8.2 Kg
Solar Cell	Polycrystalline 156x125mm (36pcs)
Front glass	3.2mm tempered glass, low iron
Frame	Anodized/Electrophoretic aluminum alloy
Junction Box	IP65/67 rated
Output Cable	4.0mm ² symmetrical length is 900mm
Connector	MC4 Compatible

PHYSICAL CHARACTERISTICS

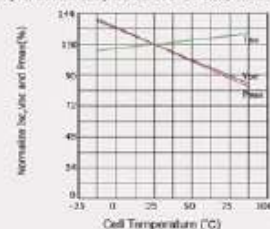


ELECTRICAL CHARACTERISTICS

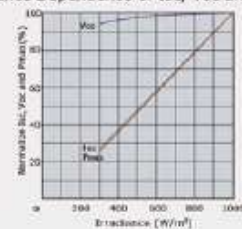
Current-Voltage & Power-Voltage Curve
(AM1.5, Cell Temperature 25°C)



Temperature Dependence of Isc, Voc and Pmax



Irradiance Dependence of Isc, Voc and Pmax



SHINESOLAR | 02

A.3. Ficha técnica baterías

Item Specification

Nominal capacity: 344Ah@0.5C
 Minimum capacity: 300Ah@0.5C
 Nominal voltage: 48 V
 Charge cut-off voltage: 54.6 ± 0.1 V
 Discharge cut-off voltage: 39 ± 0.1 V
 Standard charge current: 30A
 Fast charge current: 100A
 Standard discharge current: 70A
 Fast discharge current: 100A
 MAX. Discharge current: 150A
 Internal resistance: <150mΩ
 Dimension: Diameter:29cm, length:111cm
 Weight: Approx 100kg



Shandong Goldencell Electronics Tech. Co.,Ltd.

A: No.5th Fuyuan Road,Thailand Industrial Park,Hi-tech District,Zaozhuang,Shandong,China 278000

T: 86.632.519.9676 M: 86.182.6373.5136 W: www.goldencellbattery.com

2017 Battery Show Schedule:

- 1. Electrical Energy Storage (EES) 2017/Intersolar Europe/MAY 31-JUNE 2/ Munich,Germany**
- 2. Solar Power International(SPI) 2017/Sep 10th-13th/Las Vegas,USA**
- 3. All Energy Australia 2017/OCT 11th-12th/Melbourne, Australia**
- 4. Hongkong Autumn Electronics 2017 /Oct 13th-16th/Hongkong,China**

A.4. Ficha técnica Inversor híbrido solar

INVERSOR TRIFÁSICO

ZIGOR SOLAR T3/TL3

Gama de inversores trifásicos de 20 kW a 166 kW con y sin transformador

Descripción



La gama de inversores trifásicos ZIGOR SOLAR T3/TL3 desde 20 a 166 kW combina diseño y versatilidad con su sencillez de manejo y modularidad.

Los inversores ZIGOR SOLAR T3/TL3 destacan por su rendimiento del 96% con transformador (modelo T) y del 98% sin él. Ofrecen una alta fiabilidad y garantía de funcionamiento. Otra función a señalar es el alto rendimiento energético de su MPPT que es mayor del 99%. Otra característica importante es su regulación automática de reactiva y sus herramientas de comunicación entre ellos y el sistema de supervisión y control centralizado. Todos sus parámetros son configurables en local y también de forma remota. Los inversores ZIGOR SOLAR T3/TL3 operan con una tensión de salida 3x400 V cumplen con la mayoría de las regulaciones Europeas para el cumplimiento de los requisitos de respuesta frente a huecos de tensión sin desconexión. Gracias a su arquitectura de doble conversión nunca generan sobretensiones peligrosas cuando se desconectan de la red.



Inversores ZIGOR SOLAR T3/TL3

Características

- > Rango de tensión de entrada (300-700 VDC)
- > Seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT)
- > Alto rendimiento energético MPPT > 99%
- > Muy baja distorsión armónica, THD < 3%
- > Factor de potencia seleccionable
- > Conexión directa a la red (modelo T y TL)
- > Conexión en paralelo sin limitación
- > Protección anti-isla con desconexión automática
- > Monitorización del equipo mediante LCD
- > Aislamiento galvánico a través de transformador (modelo T)
- > Monitorización corriente strings (con opción ZIGOR SOLAR SB16)
- > Grado de protección IP21
- > Protección contra: Polarizaciones inversas, cortocircuitos, sobretensiones, fallo de aislamiento con salida a Relé
- > Vida útil más de 20 años
- > Regulación de reactiva automática
- > Programa Web server para proporcionar acceso completo a toda la información de los inversores y para monitorizar y comunicarse con los inversores
- > Máxima eficiencia de las plantas solares
- > Modular
- > Tensión de salida 3x 400 V (T y TL modelo)
- > Protecciones DC y AC incluidas
- > Trabaja con módulos de capa fina
- > Puertos de comunicación ETHERNET
- > Fácil acceso desde cualquier navegador
- > Sistema remoto de monitorización ZIGOR SOLAR SWS1000: programa de comunicación remota, visualización de parámetros, control de registros del inversor, etc (opcional)

Conectividad y opciones

- > Web server integrado
- > ZIGOR SOLAR SWS1000: sistema de monitorización (opcional)

Más información sobre conectividad y opciones en la página 44

plantas pv on-grid

plantas pv media tensión

generación híbrida

almacenamiento energético

respaldo telecom

energía eólica



ENERGÍA SIN CORTES

ZIGOR

Servidor web para inversores trifásicos ZIGOR SOLAR T3/TL3



Programa Web server integrado para proporcionar acceso completo a toda la información de los inversores y para monitorizar y comunicarse con los inversores trifásicos ZIGOR SOLAR T3/TL3.

Este servidor web permite al usuario acceder a los datos del inversor en diferentes idiomas y grabar los siguientes datos:

- > Estado
- > Parámetros
- > Eventos
- > Registro de eventos
- > Funcionamiento



WEBSERVER

ZIGOR SOLAR SWS1000

Systema de monitorización para inversores trifásicos ZIGOR SOLAR T3/TL3



El sistema SOLAR ZIGOR SWS1000 es una plataforma para monitorizar y registrar variables, revisar y modificar ajustes así como configurar diferentes parámetros de los inversores trifásicos de Zigor. El sistema ZIGOR SOLAR SWS1000 puede controlar hasta 45 equipos, lo que hace de éste una herramienta adecuada para monitorizar una planta de generación a través de una única dirección IP fija.

El ZIGOR SWS1000 dispone de un Web server en diferentes idiomas (seleccionables por el usuario) desde el cual se pueden gestionar las siguientes funciones:



ZIGOR SOLAR SWS1000

303E5F1011

ZIGOR

WWW.ZIGOR.COM

> ZIGOR SOLAR T3 - inversores con transformador

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS							
Modelo	ZIGOR SOLAR						
	T3 20 kW	T3 25 kW	T3 30 kW	T3 50 kW	T3 75 kW	T3 100 kW	T3 133 kW
Referencia	16112	13038	17698	17173	16113	17038	301206
Potencia continua de salida	20 kW **	25 kW **	30 kW	50 kW	75 kW ***	100 kW	133 kW
Potencia Nominal DC	≥ 21 kW	≥ 27 kW	≥ 31 kW	≥ 52 kW	≥ 78 kW	≥ 105 kW	≥ 140 kW
Tensión Nominal AC	380-400 V 3P+N						
Frecuencia nominal	50/60 Hz						
Factor de potencia	1 ajustable ± 0.8						
Corriente nominal de línea AC	30 A	37 A	44 A	73 A	109 A	145 A	193 A
Distorsión corriente AC (1)	< 3% THD a potencia nominal						
Máxima tensión circuito abierto (2)	880 V						
Rango de seguimiento de potencia (MPPT) DC *	300 a 720 V						
Máxima corriente de entrada DC	70 A	90 A	103 A	173 A	260 A	350 A	462 A
Eficiencia pico	96%						
Eficiencia europea	94.95%						
CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES Y MECÁNICAS							
Rango de temperatura ambiente	-10°C +50°C						
Tipo o grado de protección ambiental	IP21						
Peso aproximado	270 kg	290 kg	310 kg	390 kg	1020 kg	950 kg	
Dimensiones (AlxAxAn) mm	2150 X 800 x 600				2150 x 1200 x 600		
Altitud de funcionamiento (3)	1000 m						
Humedad relativa	0 a 95% sin condensación						
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
Método de refrigeración	Ventilación forzada interna Control de ventilador externo (8A Máx.)						
Funciones de protección	Polarización inversa / Sobre/Sub tensión AC / Sobre/Sub frecuencia / Sobretensión DC						
Pantalla de usuario	Pantalla LCD						
Seccionadores (AC y DC)	Integrados en el sistema						
Software de comunicaciones	Web server a través de conexión Ethernet						
Supervisión del equipo: auto diagnóstico	SI						
Adquisición de datos	SNMP						
Sistema monitorización ZIGOR SWS1000 (opción)	Ethernet / Módem GSM (opción) / Data logger / Programa de monitorización						
Mediciones externas	2 Entradas analógicas para monitorización (opción) Entradas / Salidas digitales						
NORMATIVAS							
Marco	CE, VDE, ENEL						
Directivas	2004/108/CE (UNE-EN 61000-6-2 / UNE-EN 61000-6-3) 2006/95/CE (EN 50178)						
Normativas	IEC 62116 (2008) - Protección anti-ísla						
Normativas internacionales							
España	PO 12.3						
Alemania	VDE 0126-1-1						
Italia	DK5940 (Chapter 8.2 Allegato 17, TERNA Regolazione)						
Reino Unido	G83						
Francia	Decret Arrêté du 23 avril 2006						

(1) Para THDV < 1% y Potencia Nominal.

(2) Este valor de tensión no debe ser superado bajo ningún concepto.

(3) Sin reducción de potencia para temperaturas inferiores a 44°C.

* 250 V tensión mínima cuando trabaja con módulos de capa fina con potencia nominal.

** Estos modelos son los ZIGOR SOLAR T3 30 kW con potencia de salida limitada mediante software.

*** Estos modelos son los ZIGOR SOLAR T3 100 kW con potencia de salida limitada mediante software.

Las especificaciones pueden cambiar sin previo aviso.

ENERGÍA SIN CORTES

A.5. Ficha técnica Estación de recarga



Sistemas de Recarga Inteligente para Vehículos Eléctricos

RAPTION

Estación de recarga rápida exterior con triple toma



Descripción

Equipo de recarga rápida para vehículos eléctricos en c.c. con protocolos CHAdeMO, COMBO CCS y en c.a. con Modo 3. Los equipos de recarga rápida RAPTION permiten la recarga de oportunidad en aquellos casos que se requiere rapidez de carga y no se dispone de potencia suficiente. En función de la capacidad de las baterías puede cargar parcial o totalmente en un período de tiempo reducido.

La estación RAPTION funciona con potencias de hasta 22 kW, lo que permite usarla en instalaciones más simples y ahorrando costes extras en tarifas especiales. El equipo dispone de una pantalla interactiva, además de comunicaciones (Ethernet, 3G) que facilitan la interacción al usuario y la gestión remota al centro de control.

Aplicaciones

Los equipos RAPTION son ideales para la recarga en vía pública, centros comerciales, empresas de alquiler, flotas de vehículos, aparcamientos de empresa, etc.

Características técnicas

Entrada CA	Alimentación CA	3F + N + PE
	Tensión CA	400 Vc.a. $\pm 10\%$
	Corriente nominal de entrada	64 A
	Factor de potencia	$> 0,98$
	Eficiencia	94% de potencia nominal de salida
Salida CC	Frecuencia	50/60 Hz
	Máxima corriente de salida	56 Acc.
	Máxima potencia de salida	22 kW (@ 400 Vc.c.)
	Rango de tensión de salida	150 - 550 Vc.c.
	Máxima corriente de salida	32 A
Salida CA	Máxima potencia de salida	22 kW
	Rango de tensión de salida	400 Vca (3F + N + PE)
Sistema de carga	Carga CC 1	Modo 4 (IEC 61851-1; IEC 61851-23)
	Carga CC 2	IEVS G105 - CHAdeMO (IEC 92196-3)
	Carga CC 3	Modo 4 (IEC 61851-1; IEC 61851-23)
	Carga CC 4	Combo2 (DIN 70121)
	Carga CA	Modo 3 (IEC 61851-1; IEC 61851-22)
Protecciones eléctricas	Protección de sobrecorriente	Base Tipo 2 (IEC 62196-2)
	Protección diferencial	Interruptor magnetotérmico
Conectividad	Ethernet	Interruptor diferencial 130 mA Tipo A
	Comunicaciones inalámbricas	10/100 Base TX (TCP/IP)
General	Conformidad	3G / GPRS / GSM
	Grado protección	CE / Combo2 / CHAdeMO
	Material envolvente	rev. 1.1 certificado
	Temperatura de trabajo	IP 54 / IK 10
	Temperatura almacenamiento	Acero inoxidable
	Humedad Relativa	-5 ... +45 °C
	Sistema RFID	-20 ... +60 °C
	Display HMI	5 ... 90 % sin condensación
	Longitud cable CC CCS	ISO / IEC 14443A / B
	Longitud cable CC CHAdeMO	MIFARE Classic, MIFARE DESFire, MIFARE DESFire EV1, FeliCa®
	Indicación de estado de carga	ISO 18092 / ECMA-340 (NFQ 13.55 MHz)
	Protocolo integración	3" TFT pantalla táctil anti-vandálica
	Dimensiones	3 m
	Peso	3 m
	Sistema refrigeración	3 m
Accesorios opcionales	Nivel de ruido en funcionamiento	3 m
	Protector contra sobretensiones	3 m
	Protección diferencial	3 m
	Calentador Climatizador	3 m
Normas		3 m
		3 m

** 390 mm con conectores

RAPTION

Estación de recarga rápida exterior con triple toma

Referencias

Tipo	Código	Modo Carga	Nº conectores	Tipo conector	Tensión, corriente, potencia
RAPTION CCS	V17010	4	1	Tipo COMBO2	560 V _{ac} , 56 A _{ac} , 22 kW
RAPTION CHA	V17015	4	1	Tipo JEVS G105	550 V _{ac} , 56 A _{ac} , 22 kW
RAPTION DUO	V17020	4	2	Tipo JEVS G105, Tipo COMBO2	560 V _{ac} , 56 A _{ac} , 22 kW 560 V _{ac} , 56 A _{ac} , 22 kW
RAPTION TRIO	V17030	3, 4	3	Tipo II, Tipo JEVS G105, Tipo COMBO2	400 V _{ac} , 32 A _{ac} , 22 kW 550 V _{ac} , 56 A _{ac} , 22 kW 560 V _{ac} , 56 A _{ac} , 22 kW

Dimensiones

